



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY REKREAČNÍHO STŘEDISKA

HEATING AND HOT WATER PREPARATION OF RECREATION CENTER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jaroslav Hák

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jaroslav Hakl
Název	Vytápění a příprava teplé vody rekreačního střediska
Vedoucí práce	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – koncepční řešení vytápění a větrání objektu, volba zdroje tepla,
- výpočet tepelného výkonu,
- stanovení a hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budovy v podle vyhlášky č.78/2013 Sb. ,
- návrh otopných ploch,
- návrh zdroje tepla,
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení,
- návrh výše nspecifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
- roční potřeba tepla a paliva

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Obsahem této bakalářské práce je vytápění a příprava teplé vody rekreačního střediska v obci Ostružná, okres Jeseník. Objekt má 2 nadzemní podlaží. První nadzemní podlaží slouží převážně ke střetávání lidí v herně nebo ve společenských místnostech. V druhém nadzemním podlaží se nachází 6 ubytovacích jednotek s vlastní koupelnou a záchodem. Technické zázemí je v prvním nadzemním podlaží a skládá se z místnosti kotelny a přilehlého skladu paliva. K vytápění objektu slouží primárně zplyňovací kotel. Sekundárním zdrojem pro ohřev teplé vody je solární systém, který je doplněn elektrickým topným tělesem při nedostatku slunečního svitu. Otopná soustava je v horizontálním dvojtrubkovém provedení s rozdělovačem a sběračem v každém patře. Jednotlivé větve na rozdělovač a sběrač napojené tvoří úseky většinou jedné ubytovací jednotky, které je možné samostatně regulovat. Otopná tělesa jsou zde navržena desková v provedení VK.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vytápění, ohřev vody, kotel na biomasu, čerpadlo, expanzní nádoba, akumulční zásobník, ohřívač teplé vody, rozdělovač a sběrač, otopné těleso, solární kolektor, potrubí, tepelná ztráta, větrání, biomasa, pelety, dřevní štěpka, kusové dřevo.

ABSTRACT

Content of this bachelor thesis is heating and hot water preparation of recreation centre in the village Ostružná, district Jeseník. Object have 2 above-ground floors. Ground floor is mainly used to meet people in play room or in common room. First floor is situated six accommodation units with private bathroom and toilet. Technical facilities are situated in ground floor and is consists of boiler room and the adjacent fuel storage. For heating is primary used gasifying boiler. Secondary source for hot water preparation is solar systém, that is supplemented by an electric heater in the absence of sunshine. Heating systém is in horizontal double-pipe version with distributor and collector in each floor. The Individual branches on the distributor and collector connected are sections of a single accommodation unit, that can be individually regulated. Radiators are designed as boards in the VK design.

KEYWORDS

Heating, hot water preparation, biomass boiler, pump, expansion vessel, domestic hot water storage tank, hot water cylinder, distributor and collector, radiators, solar collector, pipeline, heat loss, ventilation, biomass, pellets, woodchips, lump wood.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Jaroslav Hakl *Vytápění a příprava teplé vody rekreačního střediska*. Brno, 2018. 97 s., 6 příloh Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2018

Jaroslav Hák
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 25. 5. 2018

Jaroslav Hák
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí bakalářské práce Ing. Marcele Počinkové, Ph.D. za poskytnutí odborných rad při konzultacích, velkou trpělivost a odborné vedení při zpracování bakalářské práce.

Obsah

Úvod.....	11
A.1. Úvod.....	13
A.2. Biomasa.....	13
A.2.1. Dřevní biomasa.....	13
A.2.2. Ostatní biomasa	13
A.3. Kotle na kusové dřevo a dřevěné brikety	13
A.3.1. Druhy kotlů na kusové dřevo a dřevěné brikety.....	14
A.3.1.1. Kotel s prohořivacím způsobem spalování:	14
A.3.1.2. Kotel s odhořivacím způsobem spalování.....	15
A.3.2. Požadavky na palivo pro kotle na kusové dřevo a brikety	16
A.4. Kotle na dřevní štěpku a piliny.....	16
A.4.1. Druhy kotlů na dřevní štěpku a piliny	17
A.4.1.1. kotel s dopravou paliva přímo na rošt a šnekovým dopravníkem.....	17
A.4.1.2. Kotel s dopravou paliva na provzdušněný schodový rošt a šnekovým dopravníkem.....	18
A.4.2. Požadavky na palivo pro kotle na dřevní štěpku a piliny.....	19
A.5. Kotle na pelety.....	19
A.5.1. Druhy kotlů na pelety	20
A.5.1.1. Kotel na pelety s retortovým hořákem a šnekovým dopravníkem.....	20
A.5.1.2. Kotel na pelety s přepadávacím hořákem a pneumatickou dopravou do zásobníku paliva.....	21
A.5.2. Požadavky na palivo pro kotle na pelety	22
A.6. Zplyňovací kotle.....	23
A.6.2. Princip zplyňování.....	24
A.6.3. Druhy zplyňovacích kotlů	25
A.6.3.1. Zplyňovací kotel na dřevo	25
A.6.3.2. Zplyňovací kotel na dřevěné brikety	26
A.6.3.3. Zplyňovací kotel na pelety	27
A.6.4. Požadavky na palivo pro zplyňovací kotle.....	28
A.7. Zákon o ochraně ovzduší, norma - kotle pro ústřední vytápění a kotlíkové dotace.....	29
A.8. Závěr.....	31
B.1. Analýza objektu.....	33
B.2. Výpočet tepelných ztrát	34
B.2.1. Výpočet součinitelů prostupu tepla	34
B.2.2. Porovnání součinitele prostupu tepla s normovými požadavky	39
B.2.3. Výpočet tepelných ztrát objektu	40
B.3. Návrh otopných těles	65

B.4. Návrh zdroje tepla	67
B.4.1. Potřeba teplé vody	67
B.4.2. Návrh kotle	68
B.4.3. Návrh solárního systému	69
B.4.4. Akumulační zásobník	72
B.4.5. Ohřívač teplé vody	73
B.5. Dimenzování otopné soustavy	74
B.6. Návrh čerpadel	77
B.6.1. Čerpadlo kotlového okruhu	77
B.6.2. Čerpadlo otopného okruhu	77
B.6.3. Čerpadlo úseku mezi akumulčním zásobníkem a ohřívačem teplé vody	78
B.6.4. Čerpadlo pro solární okruh	79
B.7. Návrh zabezpečovacích zařízení	82
B.7.1. Návrh expanzní nádoby otopné soustavy	82
B.7.2. Návrh pojišťovacího ventilu otopné soustavy	83
B.7.3. Návrh expanzní nádoby solárního systému	83
B.7.4. Návrh pojišťovacího ventilu solárního systému	84
B.8. Návrh směšovacích zařízení	84
B.9. Návrh kotelny	85
B.9.1. Návrh větrání kotelny	85
B.9.2. Návrh komínového tělesa	86
B.10. Návrh skladu paliva	87
C.1. Technická zpráva	90
Závěr	93
Seznam použitých zdrojů	94
Knížní publikace:	94
Internetové zdroje:	94
Seznam použitých značek a symbolů	96
Seznam příloh	97

Úvod

V bakalářské práci je řešeno vytápění a příprava teplé vody novostavby rekreačního střediska v Ostružné okres Jeseník.

První část se zabývá kotly na dřevní biomasu, od základních informací přes jejich konstrukci, požadavky na palivo až po způsob, jakým je v nich palivo spalováno. Jelikož zadáním bakalářské práce byl zplyňovací kotel, zaměřím se nejvíce na tento typ. Mimo to je zde uvedeno to nejdůležitější z legislativy, co dnes ovlivňuje prodej a výrobu různých druhů kotlů.

Druhá část práce řeší celý návrh systému vytápění a ohřevu teplé vody v rekreačním středisku. Otopný systém je navržen jako teplovodní dvoutrubkový s horizontálním rozvodem a nuceným oběhem vody s teplotním rozdílem 75/65 °C. Zdrojem tepla pro objekt je zplyňovací kotel na dřevo umístěný v 1.NP v místnosti kotelny. Sekundárním zdrojem pro ohřev teplé vody je solární systém se solárními panely umístěnými na jižní straně střechy. Součástí systému je také akumulční zásobník o objemu 1000 litrů a ohříváč teplé vody o objemu 750 litrů, oba jsou umístěné v místnosti kotelny.

Větrání objektu bude prováděno přirozeným způsobem, pouze místnosti WC s koupelnou budou vybaveny odtahovým ventilátorem.

Poslední část tvoří výkresová dokumentace navržených systémů rekreačního střediska.

A. TEORETICKÁ ČÁST

Kotle na dřevní biomasu

A.1. Úvod

V dnešní době se snažíme čím dál více snižovat energetickou náročnost budov, jak snižováním příkonu elektrických zařízení, tak i minimalizací tepelných ztrát objektů. Tyto tepelné ztráty se snažíme pokrývat obnovitelnými zdroji energie. Pro oblast vytápění jsou nejlépe dostupným prostředkem kotle na dřevní biomasu. Palivem pro tyto kotle je právě dřevo, výrobky z něj nebo z jeho odpadních částí.

A.2. Biomasa

Biomasa je veškerá biologicky rozložitelná část biologického původu naší planety. Pro účel zákona se rozumí pouze biologicky rozložitelná část produktů odpadů a zbytků biologického původu zemědělského hospodářství a hospodaření v lesích a v souvisejících průmyslových odvětvích. Dále se sem také počítají zemědělsky pěstované produkty (energetické rostliny) za tímto účelem. V neposlední řadě sem patří i biologicky rozložitelná část komunálního a průmyslového odpadu. [2]

V teoretické části bakalářské práce je řešena pouze část dřevní biomasy určená pro spalování v kotlích menších výkonů pro rodinné domy a další menší objekty.

A.2.1. Dřevní biomasa

Dřevní biomasa je biomasa ze stromů, keřů a křovin. Pro vytápění jsou to ve své podstatě veškeré dřevnaté materiály, které už se nevyužijí k jiným účelům. Jsou to například dřevěné kusové palivo, dřevní štěpka, pelety a brikety vyrobené z dřevních odpadů. [2]

A.2.2. Ostatní biomasa

Mezi ostatní biomasu využívanou k vytápění se řadí například biomasa bylinná. Jedná se o rostliny, které nemají dřevnatý stonek a na konci svého vegetačního období odumírají. Ke spalování se využívá jejich uschlých stonků (obilná sláma, uschlé stonky řepky olejné, traviny a další). Sláma a uschlé zbytky rostlin se lisují do balíků, které se buď spalují ve speciálních kotlích, nebo se rozdrť a vyrobí se z nich pelety, jež se spalují v kotlích na pelety. [2]

A.3. Kotle na kusové dřevo a dřevěné brikety

Jedná se dnes asi o nejpoužívanější variantu kotle na dřevní biomasu. V kotli se spaluje kusové dřevo různých rozměrů dle možností kotle a požadavků majitele. Spalovat lze od malých kousků dřeva, odřezků, štípané dřevo až po větší kusy. Většina kotlů je rovněž schopna spalovat i dřevěné brikety, ne však všechny, jelikož dřevěné brikety při spalování vydávají větší teplo, je tedy nutné, aby kotel tuto teplotu snášel.

Největší výhodou těchto kotlů je nejnižší pořizovací cena oproti ostatním kotlům pro spalování dřevní biomasy. Další výhodou je také poměrně jednoduché ovládání a lehká údržba. Mezi další plusy patří nízké provozní náklady, na kterých se podílí možnost spalovat v těchto kotlích téměř jakékoliv dřevní zbytky a menší náročnost na kvalitu spalovaného dřeva. Také atmosférické spalování pomáhá snížení provozních nákladů.

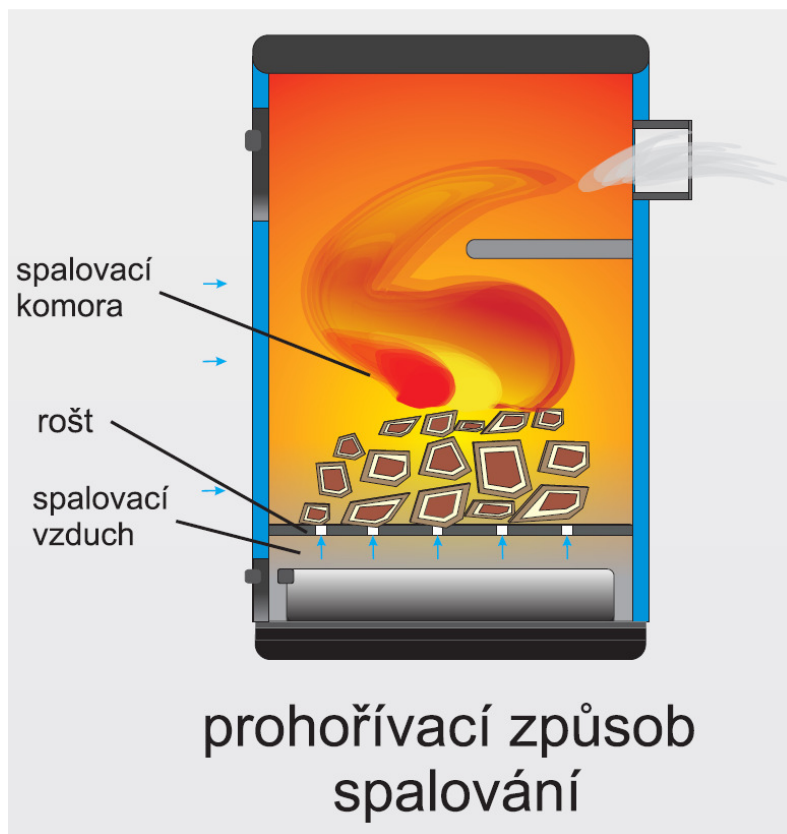
Naopak nevýhodou je zde nutnost časté obsluhy, kvůli doplnění paliva do kotle, a také o poznání horší regulace a účinnost kotle za velkého přebytku vzduchu oproti ostatním kotlům na dřevní biomasu.

A.3.1. Druhy kotlů na kusové dřevo a dřevěné brikety

A.3.1.1. Kotel s prohořivacím způsobem spalování:

Základní informace:

Jedná se o nejpoužívanější druh kotle na dřevní biomasu v České republice z důvodu nízké pořizovací ceny a poměrně dlouhé životnosti zapříčiněné tím, že většina těchto kotlů je vyrobena z litiny. Nevýhodou tohoto druhu kotle je jeho nedokonalé spalování, při kterém dochází k dehtování a vzniká tak poměrně velké množství CO. To se podepisuje na nejmenší účinnosti z kotlů na dřevní biomasu (účinnost 55 – 65 %). Na tomto principu také fungují krby, kamna a krbové vložky. [1]



Obr.1. Prohořivací způsob spalování [1]

Princip spalování:

Princip spalování v tomto druhu kotle je založen na postupném prohořívání dřeva naskládaného na roštu, přes který proudí spalovací vzduch k ohni. Dřevo prohořívá v celé své vrstvě. Při tomto procesu se dřevo v dolních vrstvách zanáší popelem z horních vrstev a zhoršuje tak spalování dřeva.

Přikládání paliva:

Přikládání provádíme přes dvířka v horním okraji kotle navršením množství dřeva na již spalované dřevo. Tímto přikládáním oheň přidusíme na dobu, než oheň přes nové dřevo prohoří, což způsobuje další snížení účinnosti spalování v tomto kotli.

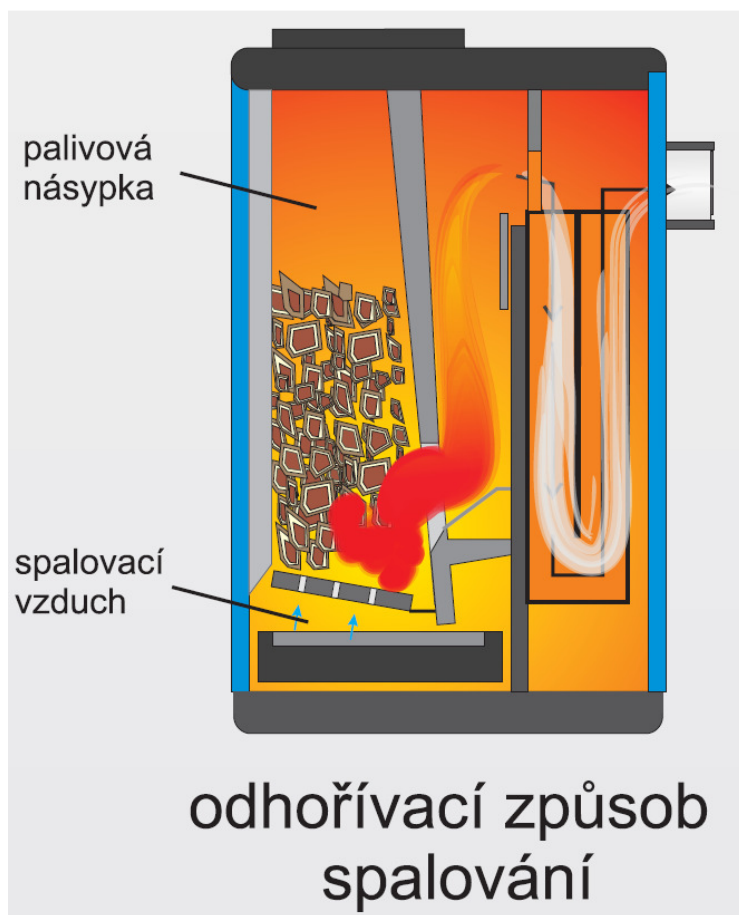
Způsob předávání tepla:

Hlavní část předávání tepla probíhá mezi plamenem a stěnami spalovací komory, kde plamen předává teplo kontaktem s teplosměnnými plochami. Horké spaliny u tohoto typu přicházejí do kontaktu s teplosměnnou plochou ve spalínových cestách pouze po krátkou dobu, tudíž nestíhají dostatečně předat své teplo. Toto je dalším poměrně velkým důvodem, proč má tento kotel menší účinnost než kotle jiných typů.

A.3.1.2. Kotel s odhořivacím způsobem spalování

Základní informace:

Jedná se o druhý nejpoužívanější druh kotle na dřevní biomasu v České republice z důvodu nízké pořizovací ceny a možnosti spalování hnědého uhlí v tom samém kotli. Nevýhodou tohoto druhu je stále poměrně nízká účinnost spalování (60 – 75 %) a větší množství vyrobených škodlivin. [1]



Obr.2. Odhořivací způsob spalování [1]

Princip spalování:

Princip spalování v tomto druhu kotle je založen na postupném odhořívání dřeva ve spodní části kotle na roštu. Přes rošt rovnou propadáva popel do nádoby na popel, nedochází

tak k zanášení dalšího paliva. Přes rošt také proudí spalovací vzduch přímo ke spalovanému materiálu. Při spalování dochází k postupnému připadávání dalšího paliva k místu spalování, aniž by docházelo k zadušování již hořícího paliva a tím ke snižování účinnosti.

Přikládání paliva:

Přikládání provádíme přes dvířka v horní straně kotle. Palivo se vrší na ještě nehořící materiál. Dřevo, které se blíží k plamenu, je teplem vysušováno a nedochází tak k takovému zhoršování spalovacího procesu vlhkostí obsaženém v palivě jako například při prohořivacím způsobu spalování.

Způsob předávání tepla:

Nejvíce tepla je předáno přímo ve spalovací komoře při kontaktu plamene s teplosměnnou plochou kotle. Horké spaliny v tomto druhu kotle prochází již poměrně dlouhou spalovací cestou, ve které přichází do kontaktu s teplosměnnou plochou kotle, což příznivě ovlivňuje účinnost tohoto druhu kotle.

A.3.2. Požadavky na palivo pro kotle na kusové dřevo a brikety

Pro spalování v těchto kotlích jsou vhodné skoro všechny typy dřevní biomasy kromě dřevěných pelet a pilin. Ty jsou pro spalování v těchto kotlích příliš malé a propadávaly by roštem, proto jsou k jejich spalování určeny speciální kotle. Ostatní druhy dřevní biomasy se v tomto kotli dají spalovat bez problémů.

Dřevo do těchto kotlů by mělo mít v ideálním případě méně jak 20 % vlhkosti. Toho docílíme uskladněním dřeva na suchém místě s pevnou podlahou, nebo na podkladcích. Nejlepší je, když jsou tyto skládky paliva zastřešeny, nebo by dřevo mělo být překryto alespoň plachtou. Po víceletém sušení na takovém místě dosahuje dřevo nejvyšší výhřevnosti. Rozměrově se používají většinou dřevěné kusy velikosti 20 – 30 centimetrů a průměru do 10 centimetrů. Dřevo větších průměrů je zapotřebí rozštípat, aby dřevo lépe vysychalo a lépe se spalovalo.

Dřevěné brikety musí být uskladněny na suchém místě, aby se k nim nedostala vlhkost. Za přístupu vody nebo větší vlhkosti k briketám dochází k jejich rozpadu, čímž se snižuje jejich kvalita a výhřevnost.

Dřevěné štěpky je vhodné skladovat na větší ploše se zastřešením, nebo alespoň zakryté. Mokré štěpky je zapotřebí provzdušňovat přehazováním, aby nedošlo k jejich zapaření. Při zapaření se v dřevní štěpce může vytvořit vysoká teplota, při které může dojít až k samovznícení.

A.4. Kotle na dřevní štěpku a piliny

Tento druh kotlů je v dnešní době velmi málo používaný i přes své výrazné výhody. Což je ovšem pochopitelné, protože tento typ kotle je nejvhodnější tam, kde při jiném dřevozpracujícím procesu vzniká dřevní odpad, jež je jedním z nejlevnějších paliv. Nízké provozní náklady vynahrazují dražší pořizovací cenu těchto kotlů. Většina těchto kotlů umožňuje kromě spalování dřevní štěpky a pilin také spalování pelet. Při spalování pelet už ovšem rostou provozní náklady a prodlužuje se tak návratnost kotle oproti levnějšímu druhu paliva. K tomuto kotli je navíc nutný přívod elektřiny kvůli pohonu dopravníku a ventilátoru.

Největší výhodou těchto kotlů jsou velmi nízké provozní náklady za předpokladu, že bude v kotli spalován dřevní odpad. V případech, kdy by měl být dřevní odpad likvidován jiným způsobem, jsou náklady na provoz ve své podstatě nulové. Další výhodou je poměrně vysoká účinnost tohoto typu kotlů díky automatickému přísunu paliva (někdy i přes 90 %). Výhodou je také možnost spalování pelet v době nedostatku dřevního odpadu.

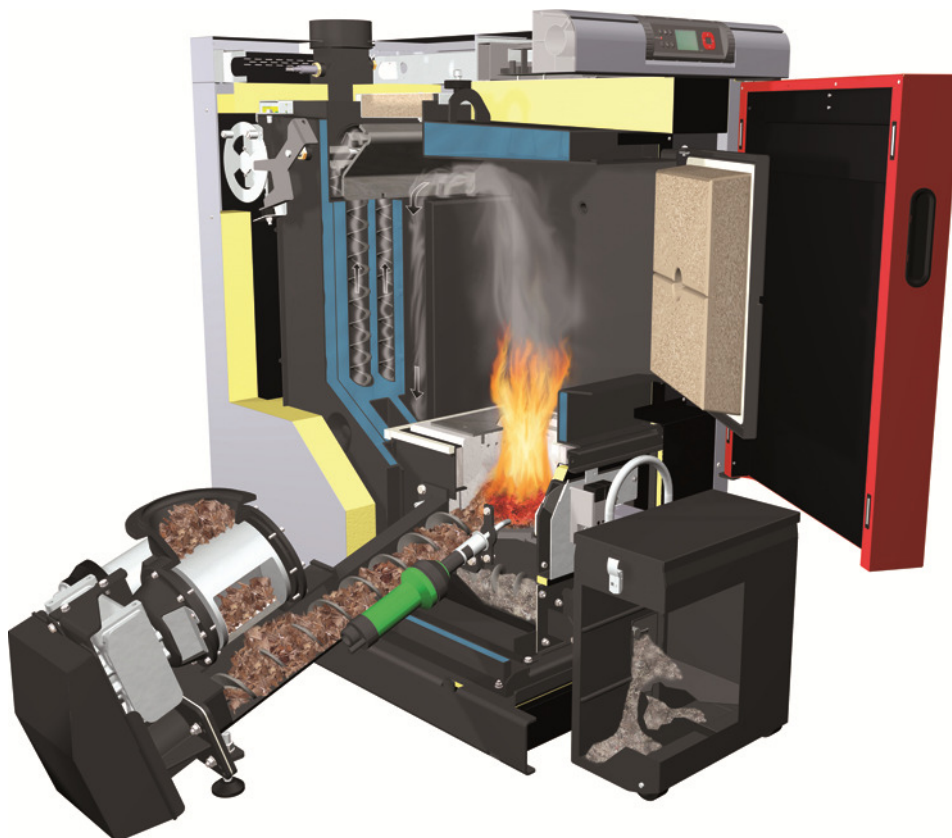
Nevýhodou jsou naopak vysoké pořizovací náklady a větší rozměry oproti běžným kotlům. V případě vytápění peletami jsou provozní náklady vyšší, stále jsou ale nižší než vytápěním plynovým kotlem.

A.4.1. Druhy kotlů na dřevní štěpku a piliny

A.4.1.1. kotel s dopravou paliva přímo na rošt a šnekovým dopravníkem

Základní informace:

Tento druh kotle na dřevní štěpku a piliny je jedním z častěji používaných provedení. Jedná se o jedno ze standardně automatizovaných a účinných provedení, které se dá na českém trhu sehnat. V České republice nejsou téměř využívány kvůli vyšší pořizovací ceně a druhu paliva, které je v tomto kotli spalováno.



Obr.3. T4 schnitt [3]

Princip spalování:

Palivo se spaluje na speciálním roštu s menší velikostí otvorů, aby nedocházelo k propadání neshořelých menších částí. Rošt je v některých kotlích v samočisticím provedení, kdy po vyhasnutí je z roštu zbylý popel sesypán. Přívod spalovacího vzduchu je řešen

ventilátorem, pomocí něhož je vzduch vháněn přes rošt přímo do spalovaného materiálu. Přívod vzduchu ventilátorem zajišťuje optimálnější množství spalovacího vzduchu, což příznivě přispívá ke zvýšení účinnosti kotle.

Doprava a přikládání paliva:

Doprava paliva je řešena šnekovým dopravníkem z přilehlého skladu nebo zásobníku paliva. Palivo je na rošt dopravováno postupným vytlačováním dohořívajícího paliva novým nebo přisypáváním paliva na rošt. Toto provedení má každý výrobce mírně rozdílné. Tímto způsobem ovšem nedochází k předchozímu vysoušení materiálu, čímž je mírně snížena účinnost kotle.

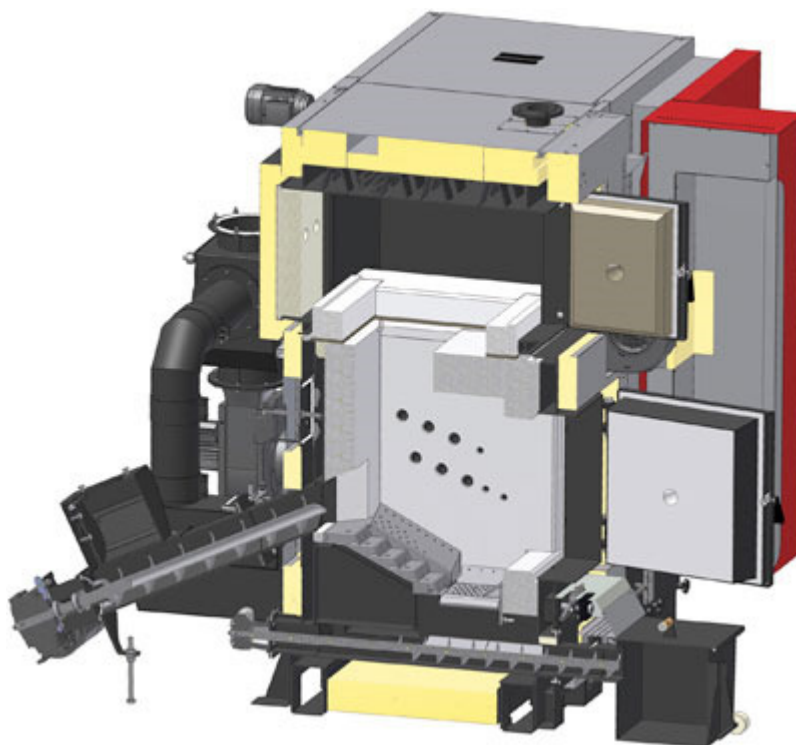
Způsob předávání tepla:

Velké množství tepla je v tomto kotli předáváno ve spalovací komoře kde předává plamen teplo přes teplosměnnou plochu. Horké spaliny ale v těchto kotlech prochází poměrně dlouhou spalínovou cestou, kde dochází ke kontaktu s teplosměnnou plochou. Ty jsou díky tomu schopny předat velké množství tepla a zvyšují tak účinnost kotle. Ke zvýšení účinnosti kotle přispívají i samočisticí zařízení spalínových cest, kterými jsou některé kotle vybaveny.

A.4.1.2. Kotel s dopravou paliva na provzdušněný schodový rošt a šnekovým dopravníkem

Základní informace:

Tento druh kotle na dřevní štěpku a piliny je jedním z méně používaných provedení, i přes to, že se jedná o jedno z více automatizovaných a více účinných provedení, které se dá na trhu sehnat. Na českém trhu nejsou téměř využívány kvůli vyšší pořizovací ceně a druhu paliva, které je v tomto kotli spalováno. Také kvůli své složitosti se vyrábí a používá pouze pro větší výkony, než je potřeba rodinného domu a podobných menších zařízení.



Obr.4. Kotel na dřevní štěpku [4]

Princip spalování:

Palivo se spaluje stejně jako v předchozím případě na speciálním roštu s menší velikostí otvorů, aby nedocházelo k propadání neshořelých menších částí. Rošt je v kotlích v samočisticím provedení, kdy je po vyhasnutí z roštu zbylý popel sesypán. Přívod spalovacího vzduchu je řešen ventilátorem, kdy je vzduch vháněn přes rošt nejen přímo do spalovaného materiálu, ale také do paliva, které se ještě nachází na schodišťovém roštu. Tady ještě nedochází ke spalování, ale k vysušování. Přívod vzduchu ventilátorem zajišťuje optimálnější množství spalovacího vzduchu a tím příznivě přispívá ke zvýšení účinnosti kotle.

Doprava a přikládání paliva:

Doprava paliva je jako v předchozím kotli řešena šnekovým dopravníkem z přilehlého skladu nebo zásobníku paliva. Palivo je na rošt dopravováno postupným vytlačováním paliva na provzdušňovaný rošt. Na tomto roštu dochází k vysoušení paliva pomocí zahřátého spalovacího vzduchu a pomalým pohybem roštu je palivo dopravováno na spalovací rošt. Tímto způsobem vysoušení materiálu se přispívá ke zvýšení účinnosti kotle.

Způsob předávání tepla:

Velká část tepla je v těchto kotlích předávána přes teplosměnné plochy, které ohřívá přímo plamen ve spalovací komoře. Dále také horké spaliny u těchto kotlů prochází dlouhou spalinovou cestou, kde dochází ke kontaktu s teplosměnnou plochou, tím předávají velké množství tepla a zvyšují tak účinnost kotle. Ke zvýšení účinnosti kotle přispívají i samočisticí zařízení spalinových cest, kterými jsou některé kotle vybaveny.

A.4.2. Požadavky na palivo pro kotle na dřevní štěpku a piliny

V těchto kotlích se spaluje dřevní štěpka, piliny a pelety. Všechny tyto materiály by měly být co nejmenších rozměrů a co nejvíce vysušeny, aby nedocházelo k zasekávání ve šnekovém dopravníku. Příliš velké kusy štěpky by se mohly v dopravníku snadno zaseknout a poškodit ho. Ostatní dřevní biomasu zde není možné spalovat, zařízení kotle je uzpůsobeno pouze na sypký materiál.

Dřevní štěpky by měly být skladovány ve větším skladu se zastřešením, případně mohou být i přikryty. Než se dostanou k dopravníku nebo zásobníku paliva, měly by být v dostatečné míře vysušeny, nejlépe pod 20 % vlhkosti. Vlhké štěpky je nutno provzdušňovat a obracet, aby nedošlo k jejich zapaření. Při zapaření dřevní štěpky může dojít k vývinu vysoké teploty v palivu a následnému samovznícení.

Piliny je nutné udržovat co nejsušší. Skladují se často v silu pro ně určenému, odkud jsou dopravovány k dopravníku. V silu se piliny skladují převážně kvůli jejich vysoké prašnosti a velké nasákavosti. Vlhké piliny by se mohly slepit a dopravník ucpávat. Do sila jsou dopravovány většinou odsáváním přímo od stroje, který je produkuje při své práci.

A.5. Kotle na pelety

Kotle na pelety jsou jedny z nejmodernějších kotlů s běžným spalováním dřevní biomasy. Dosahují poměrně vysokých účinností díky automatizované dopravě paliva na hořák a samotnému spalovacímu procesu (někdy i 93 %). V kotlích na pelety se spalují převážně pelety dřevní nebo bylinné biomasy. Někdy jsou kotle také schopny spalovat dřevní štěpku,

uhlí nebo i kusové dřevo. Kvůli poměrně vysoké ceně pelet jsou tyto kotle využívány v menší míře než jiné kotle (pouze asi 3 %). [1]

Velkou výhodou kotlů na pelety je možnost jejich plná automatizace, kdy se provádí pouze drobné čištění kotle v průběhu topné sezóny. Kotel může být připojen na zásobník, jenž vydrží celou topnou sezónu, případně může být doplněn z nákladního automobilu bez nutnosti přenášení nebo převážení materiálu. O náběh a zhasnutí kotle je kotel schopen starat se sám podle nastaveného programu a informací z termostatu.

Nevýhodou je naopak vyšší cena než u běžného kotle. Tuto nevýhodu ovšem převýší úspora času díky automatizaci celého kotle. Další nevýhodou je cena pelet, která je jednou z nejvyšších z dřevní biomasy, i možnost velkého ovlivnění účinnosti kotle nekvalitním palivem s nízkou výhřevností.

A.5.1. Druhy kotlů na pelety

Kotle na pelety mají rozsáhlou možnost provedení. Liší se především velkým výběrem provedení hořáků, ale také většími možnostmi dopravy paliva. V práci budou popsány pouze dva druhy těchto kotlů, protože kotle na pelety nejsou hlavním tématem této bakalářské práce.

A.5.1.1. Kotel na pelety s retortovým hořákem a šnekovým dopravníkem

Základní informace:

Jedná se o jeden z běžně používaných kotlů na pelety jednodušší konstrukce s poměrně vysokou účinností spalování. Kotel má automatizovanou dopravu paliva do hořáku ze zásobníku zvolené velikosti. Podle velikosti zásobníku se také odvíjí úspora času potřebného pro obsluhu kotle. Tyto kotle dosahují účinnosti okolo 90 % a vyžadují menší práce s údržbou na vyčištění kotle. Tento typ kotle je vhodnější pro méně kvalitní pelety.



Obr.5. Řez kotlem Tekla Draco Duo 25 [5]

Princip spalování:

Pelety jsou dopravovány do kolena hořáku a odtud vytlačovány vzhůru na kruhový horizontální hořák, tím dochází k vytlačování popela a případných spečených zbytků do popelníku. Díky retortovému hořáku dochází ke spálení veškerých spalitelných částí i drobných odlomků vzniklých při manipulaci s peletami. [6]

Doprava paliva:

Doprava pelet je zajištěna šnekovým dopravníkem ze zásobníku paliva. Pro tento kotel je velké množství možností zásobníků od malých, které je zapotřebí doplňovat jednou týdně po velké zásobníky které stačí doplnit před začátkem otopné sezóny.

Způsob předávání tepla:

V těchto kotlích je teplo předáváno poměrně s velkou účinností již ve spalovací komoře přímo teplosměnným plochám. Spaliny v tomto kotli procházejí stejně jako u ostatních účinnějších kotlů delší spalínovou cestou, tak předají větší množství tepla přes teplosměnnou plochu, což příznivě ovlivňuje účinnost kotle. K lepší účinnosti také přispívá zařízení čistící spalínové cesty.

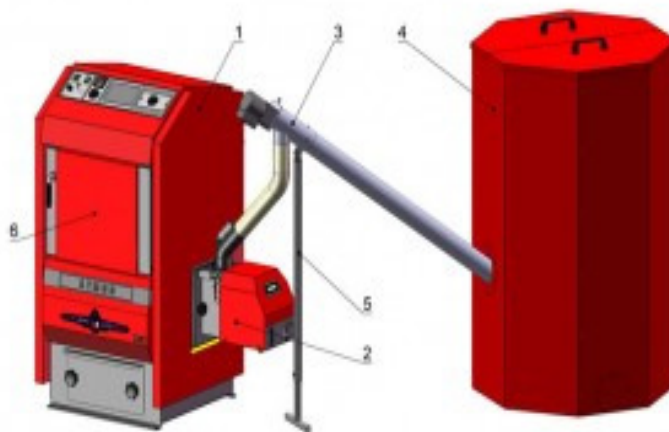
A.5.1.2. Kotel na pelety s přepadávacím hořákem a pneumatickou dopravou do zásobníku paliva

Základní informace:

Kotel s tímto hořákem je dnes také běžně používán. Hořák je často vybaven samočisticím zařízením pro snadnější údržbu a kvalitnější spalování. Pro kotel je automatizovaná doprava pelet z integrovaného zásobníku v kotli, nebo z vedle stojícího zásobníku šnekovým dopravníkem, na který je připojena ohebná hadice, již spadávají pelety do hořáku. Pneumatická doprava zde není podmínkou. Ta slouží pouze pro dopravu pelet ze skladu volně ložených pelet, který kvůli dispozičnímu uspořádání daného objektu nesousedí s místností kotelny. Účinnost těchto kotlů se pohybuje okolo 90 %.



Obr.6. Schéma kotle ATMOS D31P [7]



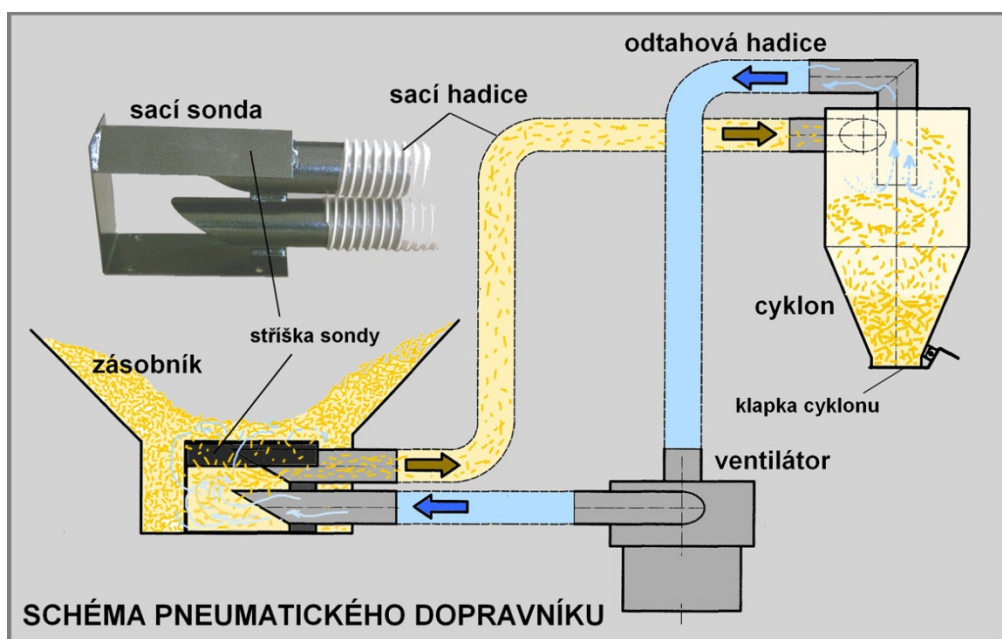
Obr.7. Schéma připojení zásobníku na kotel ATMOS D31P [7]

Princip spalování:

Pelety jsou dopravníkem vytlačovány ze zásobníku do přepadového kanálku hořáku, kde jsou spalovány. Z většiny shořelé pelety jsou vytlačovány novými. Vytlačené pelety spadnou na rošt, kde dohořívají. Dohořelé palivo propadne roštem do nádoby na popel nebo je odstraňován automaticky samočisticím zařízením kotle. [6]

Doprava paliva:

Doprava pelet ze zásobníku zde probíhá klasicky šnekovým dopravníkem napojeným na hadici, již gravitací spadává palivo do hořáku. V případech, že je sklad volně sypaných pelet umístěn v jiné než sousední místnosti kotelny a je zde požadavek na automatizaci bez nutnosti nošení pelet do zásobníku, využívá se pneumatické dopravy. Princip dopravy je jednoduchý. Do zásobníku u kotle je zabudován cyklon, do kterého je palivo dopravováno, z něj už padá palivo přímo do zásobníku. Z cyklonu je vzduch odsáván ventilátorem, ten je následně vtlačěn do jednoho konce sací sondy. Díky podtlaku vytvořenému v cyklonu je vsáván vytlačený vzduch s peletami do druhého konce sací sondy. Pelety jsou hadicí unášeny až do cyklonu kde zůstanou a vzduch je opět nasáván ventilátorem.



Obr.8. Pneumatický dopravník pelet EN PD [8]

Způsob předávání tepla:

Předávání tepla je zde skoro stejné jako u jiných kotlů na pelety. Velké množství tepla je předáno již ve spalovací komoře přes teplosměnnou plochu. Spaliny procházející delší spalínovou cestou předávají další teplo teplosměnným plochám a zlepšují tak účinnost kotle.

A.5.2. Požadavky na palivo pro kotle na pelety

Kotle na pelety jsou většinou uzpůsobeny nejen pro spalování pelet, ale často také pro spalování dřevní štěpky, uhlí, někdy i pilin. Všechna tato paliva musí být dostatečně vysušena a skladována v suchém prostředí. Palivo nesmí být větších rozměrů, než předepisuje výrobce kotle, aby nedošlo k poškození hořáku, dopravního mechanismu anebo k dohořívání velkého množství paliva mimo hořák.

Pelety musí být co nejsušší, aby dosahovaly požadované výhřevnosti a lepšího spalování. Musí být skladovány v suchém prostředí, aby nedocházelo k jejich degradaci a rozpadání. Možností skladování pelet je velké množství - v pytlích na paletách, ve speciálních zásobnících (textilních, plastových, ...), volně sypané, volně sypané ve skladu s dopravníkem na podlaže a další.

Dřevní štěpka může být skladována také ve venkovním prostředí s požadavkem na větší prostor a zastřešení nebo případné zakrytí. Štěpky musí být dostatečně vysušeny než je možné je skladovat ve vnitřním prostředí, kde by nedocházelo k jejich vysušení, ale spíše ke zplesnivění. Mokrý štěpky je nutno při sušení obracet, aby nedošlo k jejich zapaření uvnitř hromady, při kterém by mohli vzniknout vysoké teploty, díky kterým by mohlo dojít ke vzplanutí štěpek.

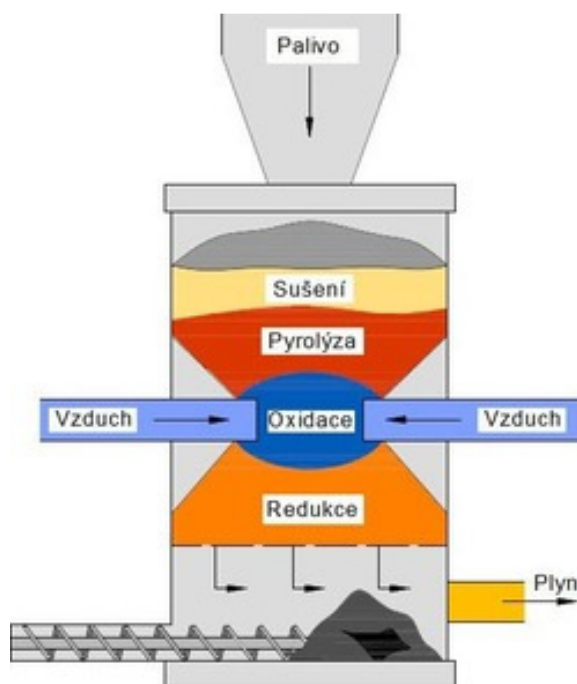
A.6. Zplyňovací kotle

Začínají být jedny z nejvíce využívaných kotlů na dřevní biomasu dnešní doby. Tyto kotle dosahují poměrně vysokých účinností okolo 85 %, některé kotle až 92 %. Spaluje se v nich kusové dřevo, pelety, brikety i uhlí. Vše záleží na konstrukčním typu daného kotle. Na českém trhu je těchto kotlů okolo 10%. Tomuto číslu jistě přispívá i možnost získání kotlíkové dotace na tento druh kotle. [1]

Největší výhodou těchto kotlů je zcela určitě jejich vysoká ekologičnost a také úspora paliva, oproti běžným kotlům až 40 %. Za další z výhod lze považovat také vysoká účinnost. Cenová relace těchto kotlů je sice vyšší než u běžných kotlů, ale díky kotlíkovým dotacím je možné tento kotel sehnat za obdobnou cenu jako kotle klasické. Díky ekonomickému provozu kotle a poměrně velkým zásobníkům v kotli je také pozitivní věcí menší nutnost obsluhy s přikládáním, při celodenním provozu stačí přiložit přibližně dvakrát.

Nevýhodou těchto kotlů je hlavně jejich cena, pokud bychom kupovali kotel bez kotlíkové dotace. U zplyňovacích kotlů na dřevo je největší nevýhodou zcela určitě potřeba velkého skladovacího prostoru pro palivo, které je nutno nechat před spalováním odležet pod přístřeškem nebo přikryté na slunném místě, aby došlo k řádnému vysušení. I u ostatních druhů paliv do těchto kotlů je požadováno poměrně velké vysušení paliva. Další nevýhodou oproti automatizovaným kotlům může být také nutnost přikládání do kotle při běžném provozu jednou až dvakrát za den, zatím co u automatizovaných kotlů, například na pelety, nemusíme jít přikládat za topnou sezónu vůbec. Kotel pouze čistíme.

A.6.2. Princip zplyňování



Obr.9. Průběh reakcí v reaktoru [9]

Zplyňování je průběh několika termochemických procesů bez přístupu, nebo s pouze omezeným přístupem vzduchu, při kterých postupně dochází k oxidaci z paliva uvolňovaných uhlovodíků s vodní párou. Z nich dochází k následné redukci na hořlavé plyny, destilační produkty a minerální zbytky. U biomasy je teplota zplyňování okolo 800 – 900 °C. [6][9]

Sušení paliva:

Jedná se o proces, který potřebuje velké množství tepla, kvůli zajištění optimální vlhkosti paliva. Palivo se vysušuje při teplotě do 200 °C, při které dochází k odpařování vodní páry vázané v palivu. Tím se snižuje vlhkost paliva až na optimálních 15 %. Uvolněná pára může reagovat v redukčním pásmu nebo odchází ve vyrobeném plynu podle druhu reaktoru. [9]

Pyrolýza:

Jde o tepelný rozklad paliva bez přístupu, nebo jen s minimálním přístupem vzduchu. Při tomto procesu vznikají pevné, kapalné a plynné produkty. Vznik těchto produktů je ovlivněn podmínkami pyrolýzy a chemickým složením paliva. Kvalita vyrobených produktů je ovlivněna pyrolytickým procesem, který je velmi důležitý, jelikož zahrnuje reakce v pevné i plynné fázi. K suché destilaci dochází při teplotním rozmezí 300 – 500 °C, dochází při ní ke štěpení řetězců z vysokomolekulárních organických látek a k přeměně na plynné a kapalné organické produkty a polokoks. Dalším zvýšením teploty na 500 – 700 °C dochází k dalšímu štěpení a transformování produktů suché destilace z kapalných organických látek i z pevného uhlíku na plynné látky (vodík, oxid uhelnatý, oxid uhlíčitý a metan).

Produkty pyrolýzy:

Tuhé produkty – tuhý pyrolýzní zbytek se získává pomalou pyrolýzou a skládá se z 80 – 85 % z polokoksu neboli tuhého uhlíku, z 15 – 20 % prchavých látek a až 2 % popela. Popel je závislý na obsahu popeloviny v palivu.

Kapalné produkty – pyrolýzní kapalinou je pyrolýzní olej. Ten je produktem pomalých pyrolýzních procesů. Z biomasy je pyrolýzní olej tvořen směsí tmavě hnědých, viskózních, kyselých produktů s různými vlastnostmi. Může být také kontaminován tuhými látkami a vodou.

Plynné produkty – pokud vznikají při pomalé pyrolýze, představují 25 – 30 % obsahu energie biomasy. Při vzniku rychlou pyrolýzou představují přibližně 5 %. 75 – 90 % prchavé hořlaviny je vyprodukováno při teplotách nad 500 °C. Mezi jejich hlavní složky patří oxid uhelnatý, oxid uhličitý, metan, vodík a vodní pára. Tento vyrobený plyn má výhřevnost v rozmezí 3,5 – 8,9 MJ/m³. [9]

Oxidace:

V oblasti přívodu vzduchu se nachází pásmo oxidace. Teplo potřebné pro endotermickou reakci zplyňovacího procesu dodává z této oblasti spalovací exotermická reakce. V oblasti vstupu vzduchu se vytváří oxidační vrstva s teplotou mezi 800 – 1500 °C. Oxidace uhlíku a plynných produktů pyrolýzy probíhá následovně: částečná oxidace pevného uhlíku C za vzniku oxidu uhelnatého CO, úplná oxidace pevného uhlíku za vzniku oxidu uhličitého CO₂, oxidace oxidu uhelnatého CO za vzniku oxidu uhličitého, oxidace vodíku H₂ za vzniku vody H₂O, oxidace metanu CH₄ za vzniku oxidu uhličitého a vody H₂O. [9]

Redukce:

Redukcí oxidu uhličitého na oxid uhelnatý a vodní páry na vodík vznikají spalitelné látky ve vyráběném plynu. Současně může také uhlík reagovat s vodíkem za vzniku metanu. Těmito reakcemi se přispívá k výrobě plynného paliva. Reakce probíhají bez přítomnosti kyslíku, díky tomu se snižuje teplota plynu a většina uhlíku je spálena nebo zredukována na oxid uhelnatý. Případně odchází v popelu ve formě nedopalu. [9]

A.6.3. Druhy zplyňovacích kotlů

A.6.3.1. Zplyňovací kotel na dřevo

Základní informace:

Tento typ kotle je vhodný pro spalování spíše větších kusů dřeva, případně i dřevěných briket. Menší kusy by mohly propadávat z násypky, nebo případně ucpat zplyňovací trysku. Pro spalování menších a drobnějších kusů dřeva slouží spíše varianta na pelety. Tento kotel je dnes jedním z nejpoužívanějších kotlů na zplyňování dřevní biomasy, i přes nutnost většího skladovacího prostoru na pozemku. V kotli je vhodné topit dřevem sušeným v nejlepším případě aspoň 5 let.



Obr.10. Zplyňovací kotel na dřevo Hoval AgroLyt [10]

Spalování paliva:

Princip spalování je popsán v části A.6.2. princip zplyňování.

Přikládání paliva:

Doplňování paliva do těchto kotlů je nutno provádět ručně. Dřevo se vkládá dvířky v horní části kotle, kde se vrší na sebe do zásobníku. Dřevo se snažíme rovnat, aby se co nejvíce využilo prostoru zásobníku.

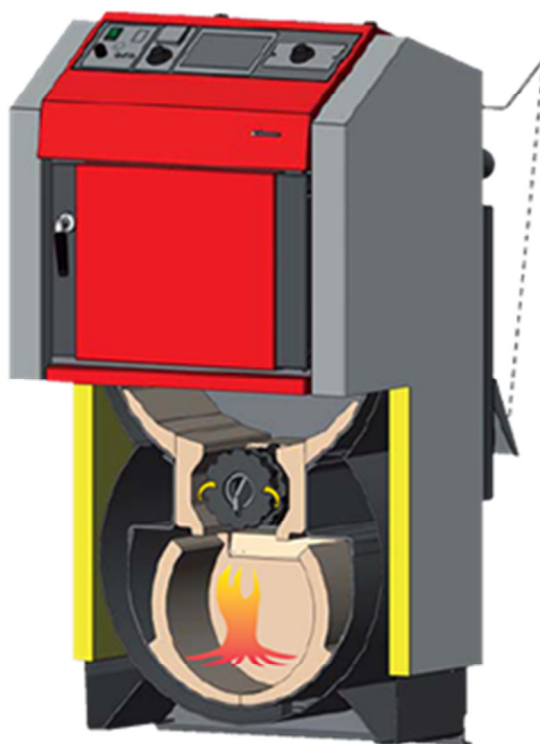
Způsob předávání tepla:

Teplo je předáváno teplosměnné ploše uvnitř spalovací komory. Velká část tepla je ale předávána v poměrně dlouhé a rozmanité spalinové cestě, kde dochází ke kontaktu teplých spalin s teplosměnnou plochou.

A.6.3.2. Zplyňovací kotel na dřevěné brikety

Základní informace:

Tento typ se vyrábí většinou v provedení pro spalování dřevěných briket s možností namontování hořáku pro pelety. Je vněm možné používat jako náhradní palivo také kusové dřevo. Zplyňování dřevěných briket je výhodnější pro majitele menších pozemků bez lehkého přístupu ke dřevu. Brikety mohou být skladovány v domovním skladu a spalovány ten samý rok bez nutnosti předchozího několikaletého sušení. Nevýhodou briket je vyšší cena oproti kusovému dřevu.



Obr.11. ATMOS DC 24 RS [11]

Spalování paliva:

Princip spalování je popsán v části A.6.2. princip zplyňování.

Přikládání paliva:

Doplňování paliva se do těchto kotlů provádí ručně. Brikety se vkládají dvířky v horní části kotle, kde se vrší na sebe do zásobníku. Brikety se snažíme rovnat tak, aby se co nejvíce využilo prostoru zásobníku.

Způsob předávání tepla:

Teplo je předáváno z velké části teplosměnné ploše uvnitř spalovací komory. Část tepla je předávána v poměrně dlouhé spalinové cestě, kde dochází ke kontaktu teplých spalin s teplosměnnou plochou.

A.6.3.3. Zplyňovací kotel na pelety

Základní informace:

Zplyňovací kotel na pelety je většinou kotel na dřevěné brikety s úpravou vsazení peletového přepadavacího hořáku do dvířek pro plnění kotle. Výhodou tohoto kotle je jeho automatizace napojením hořáku na zásobník paliva. Další výhodou je možnost skladování pelet ve skladu paliva uvnitř objektu bez nutnosti předchozího několikaletého sušení. Nevýhodou pelet je ovšem vyšší cena oproti dřevu kusovému.



Obr.12. DC30RS s hořákem na dřevěné pelety [12]

Spalování paliva:

Princip spalování je popsán v části A.6.2. princip zplyňování.

Přikládání paliva:

Palivo je dopravováno ze zásobníku paliva šnekovým dopravníkem, odkud pelety spadávají do hadice která je napojena na hořák. Podle druhu zásobníku je nutno ho doplňovat nebo v případě využití skladu s dostatečným prostorem a s dopravním zařízením pouze jednou před topnou sezonou z nákladního vozidla.

Způsob předávání tepla:

Způsob je shodný s předchozím typem, jelikož se jedná pouze o modifikaci kotle. Teplo je předáváno kontaktem plamene teplosměnné ploše uvnitř spalovací komory. Část tepla je také předávána ve spalinové cestě, kde předávají spaliny teplo teplosměnným plochám tvořícím stěny spalinových cest.

A.6.4. Požadavky na palivo pro zplyňovací kotle

Zplyňovací kotle mají vysoký požadavek na vysušení paliva. Proto je nutné dřevo nejprve několik let sušit a až poté spalovat. Dřevěné brikety a pelety mají předpoklad toho, že jsou již z výroby vysušeny a tak není zapotřebí je sušit. Tento komfort ovšem vynahrazuje vyšší pořizovací cena pelet a briket.

Kusové dřevo se do kotlů nechává vysušit na venkovní skládce se zastřešením nebo aspoň zakryté. Vhodné je také dřevo nechat na pevném nenasákavém podkladu, případně ho dát na vyvýšený podklad, aby do sebe dřevo nevtahovalo vlhkost ze země. Dřevo sušíme na takovéto skládce v ideálním případě alespoň 5 let. Dřevo do kotle používáme o průměru do

10 centimetrů, větší kusy je nutno naštípat na menší kusy. Délka dřeva je podmíněna velikostí zásobníku kotle daného výrobce. Vysušené dřevo můžeme přemístit do příručního skladu paliva poblíž kotle. Vlhké dřevo by zde neschlo, a proto není vhodné jej skladovat ve vnitřním prostředí.

Brikety můžeme využívat ve stavu, v jakém je dovezeme z výroby, za předpokladu že nám nezmokly. U briket totiž předpokládáme, že jsou vysušeny již při procesu výroby a pokud nepřišly do kontaktu s vodou jiným způsobem, jsou dostatečně vysušeny pro spalování v kotli. Brikety skladujeme v suché místnosti většinou na paletách nebo v balících, ve kterých jsou prodávány.

U pelet máme stejný požadavek jako u briket. Můžeme je použít rovnou k topení, jelikož jsou vyráběny obdobným způsobem jako brikety. Uchováváme je ve skladu buď na paletách v pytlích, volně sypané nebo v jiných druzích zásobníků.

A.7. Zákon o ochraně ovzduší, norma - kotle pro ústřední vytápění a kotlíkové dotace.

Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší s poslední změnou v novele 225/2017 Sb.

Ochrana ovzduší je předcházení jejího znečišťování a také snižování úrovně znečišťování kvůli omezení rizika pro lidské zdraví způsobované znečištěním ovzduší, snížení zátěže životního prostředí látkami vnášenými do ovzduší a poškozujícími ekosystémy a vytvoření předpokladů pro regeneraci složek životního prostředí v důsledku znečištění ovzduší postižených.

Tímto zákonem jsou zapracovány příslušné předpisy Evropské unie. Upravuje přípustné úrovně znečištění a znečišťování ovzduší, způsob posuzování přípustné úrovně znečištění a znečišťování ovzduší a jejich vyhodnocení, nástroje ke snižování znečištění a znečišťování ovzduší, práva a povinnosti osob a působnost orgánů veřejné správy při ochraně ovzduší, práva a povinnosti dodavatelů pohonných hmot a působnost orgánů veřejné správy při sledování a snižování emisí skleníkových plynů z pohonných hmot v dopravě.

Přípustná úroveň znečišťování je určena emisními limity, emisními stropy, technickými podmínkami provozu a přípustnou tmavostí kouře. Emisní limity musí být dodrženy na každém komínovém průduchu nebo výduchu do ovzduší. Dělí se na obecné emisní limity stanovené prováděcím právním předpisem pro znečišťující látky i jejich skupiny a specifické emisní limity stanovené prováděcím právním předpisem nebo v povolení pro stacionární zdroj. Na stacionární zdroj se nevztahují obecné emisní limity, pokud je pro něj stanoven jeden nebo více specifických emisních limitů nebo emisních stropů.

U aglomerací nad 250 000 obyvatel a území vymezených pro účely posuzování a řízení kvality ovzduší se provádí posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění. Posuzování úrovně znečištění provádí ministerstvo stacionárním měřením výpočtem nebo jejich kombinací. U větších provozů zjišťuje úroveň znečištění sám provozovatel stacionárního zdroje měřením. Měření se provádí v předepsaných intervalech a zařízení pro měření musí nechat jednou za každé tři kalendářní roky kalibrovat. Výsledky posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění je dostupné v informačním systému kvality ovzduší. Na základě shromážděných dat provádí ministerstvo emisní inventuru, spočívající ve zjišťování celkového množství znečišťujících látek, které byly v předchozím roce vneseny do ovzduší a emisní projekci, spočívající v odhadu vývoje množství znečišťujících látek, které budou vneseny do ovzduší v dalších kalendářních letech.

Smogová situace je stav mimořádně znečištěného ovzduší, kdy úroveň znečištění oxidem siřičitým, oxidem dusičitým nebo troposférickým ozonem překročí některou

z prahových hodnot. Vyhlášení a ukončení vyhláší ministerstvo ve veřejně přístupném informačním systému a v médiích. Současně informuje inspekci a dotčené úřady, které mají vydaný regulační řád obce. Je-li to nutné, vydá obec pro případy vzniku smogové situace regulační řád.

Osoba uvádějící na trh v České republice paliva smí na trh uvést pouze paliva splňující požadavky na kvalitu paliv. Kvalita je stanovena prováděcím právním předpisem. Při první dodávce paliva a při každé změně kvality paliva dodává doklad, který prokazuje splnění požadavků na kvalitu paliv. Osoba uvádějící na trh spalovací stacionární zdroj o jmenovitém tepelném příkonu do 300kW je povinna prokázat, že spalovací zdroj splňuje emisní požadavky pro tento zdroj certifikátem. V ohništi lze spalovat pouze suché rostlinné materiály neznečištěné chemickými látkami. Pro spalování suchého rostlinného materiálu v ohništi může obec vyhláškou stanovit podmínky za účelem jeho odstranění nebo jeho spalování zakázat. Pro tento zákaz ovšem musí zajistit jiný způsob odstranění tohoto materiálu.

V případě neplnění povinností stanovené zákonem nebo povolením provozu provozovatelem jsou inspekce nebo obecní úřad obce s rozšířenou působností oprávněny uložit provozovateli povinnost provést v přiměřené lhůtě opatření ke zjednání nápravy. Pokud provozovatel opatření neprovede, jsou oprávněny vydat rozhodnutí o zastavení provozu stacionárního zdroje.

Fyzické osoby se mohou dopustit přestupku: spálením v ohništi jiných materiálů než suchých rostlinných materiálů neznečištěných chemickými látkami, provozováním stacionárního zdroje v rozporu s podmínkami pro jeho provoz, nedodržováním přípustné tmavosti kouře, spalováním paliv ve stacionárním kotli neurčených k tomu výrobcem, nepředložením informací vyžádání příslušným orgánem, spalováním ve stacionárním kotli o výkonu do 300 kW hnědé uhlí energetické, lignit, uhelné kaly nebo proplástky, provozováním stacionárního kotle nesplňující požadavky zákona, neprovedením kontroly technického stavu provozu spalovacího stacionárního zdroje odborně způsobilou osobou nebo nepředložením potvrzení o provedení této kontroly obecním úřadem obce vyžádaným, neumožněním přístupu do prostor, kde je stacionární zdroj provozován, jeho příslušenství a používaným palivům za účelem kontroly dodržování zákona. Za dopuštění přestupku jim může být vyměřena pokuta.

Původní norma ČSN EN 303 kotle pro ústřední vytápění zavedla 3 třídy kotlů 1, 2 a 3. Kotel musí pro zařazení do dané třídy odpovídat kritériím koncentrace škodlivých látek ve spalínách a také účinnosti kotle. Novelizací v roce 2012 byly zakázány kotle třídy 1 a 2, třídy 4 a 5 byly nově zařazeny do této normy. Poslední novelizací této normy platnou od 1.1.2018 došlo k zákazu výroby kotlů 3. třídy a je tedy možné nakoupit pouze kusy vyrobené před tímto datem, nebo kotle vyšších tříd. Tyto požadavky se budou postupem času zcela určitě zvyšovat. Již od roku 2022 nebude možné provozovat kotel o výkonu větším než 10 kW třídy 1 a 2. Bude tedy nutné tyto kotle vyměnit za nové. Za nedodržení bude možné dostat pokutu ve výši několika desítek tisíc korun. [13]

Kotle uvedené v bakalářské práci v části A.3. již není možné vyrábět zapříčiněním těchto zákonů a nebude je v blízké době ani možno zakoupit. Budou tedy nahrazeny modernějšími kotli zplyňovacími případně automatickými spalovacími. Případně se ještě mohou majitelé rozhodnout pro úplně jiný zdroj vytápění než je kotel na biomasu.

Ze zákona lze tedy vyrozumět, že se snaží o snížení množství emisí vypouštěných do ovzduší různými zdroji. Zákon nastavuje hranice maximálních množství škodlivin, které mohou vypouštět do ovzduší vozidla, plavidla, kotle menších i větších výkonů a další průmyslové objekty a procesy tyto škodliviny vypouštějící. S ohledem na zaměření teoretické části bakalářské práce je důležitá pouze část týkající se omezení spalín kotlů na pevná paliva o výkonu 10 až 300 kW. S touto problematikou se snaží pomáhat aktuální kotlíkové dotace.

A.8. Závěr

Možností vytápění dřevní biomasou je obrovské. Vždy je zapotřebí řádně uvážit, jaké máme možnosti získání paliva. Pokud vlastníme les, nebylo by zcela výhodné pořizovat si kotel například na pelety nebo brikety, když máme možnost mít palivo skoro zadarmo. Naopak pokud budeme mít ve své blízkosti výrobce pelet nebo briket nebudeme si pořizovat kotel na kusové dřevo, do kterého bychom si museli nechat vozit dříví z daleka. A pokud už jsme se rozhodli například pro kotel na kusové dřevo, musíme se také zamyslet nad tím, jak velké máme možnosti skladování dřeva. S možností malého prostoru na skladování si nepořídíme kotel na zplyňování dřeva, když potřebujeme mít dříví několik let sušené. Další věcí k zamyšlení je také, zda si chceme zakoupit kotel, který nám možná za pár let zakáže nová legislativa používat.

Každý běžný občan má spoustu možností při výběru kotle, že není úplně jednoduché se na dnešním trhu zorientovat. Mnoho lidí si dnes stále vybírá podle nejnižší pořizovací ceny a nehledí na vyšší provozní náklady. To, že si kupují kotel s daleko nižší účinností a vysokými emisemi už jde úplně mimo ně. Tomu se ale snaží nynější legislativa zabránit, aby nedocházelo k tak velkému znečišťování ovzduší. S tímto problémem částečně pomáhají kotlíkové dotace, které mají poměrně vysoké nároky na druhy kotlů jejich emisí a dalších hledisek. A to tak, že velká část lidí, která chce na kotlíkové dotace dosáhnout, si jde pro radu za odborníkem, který jim pomůže vybrat vhodný typ pro jejich objekt.

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1. Analýza objektu

Předmětem bakalářské práce je novostavba rekreačního střediska o 2 nadzemních podlažích. Objekt se nachází v obci Ostružná, okres Jeseník. Proveden bude jako zděný, zastřešený šiknou střechou. Venkovní návrhová teplota v zimním období je -15°C . Vnitřní návrhová teplota je v obytných místnostech 20°C .

Podle podlaží je dům dělen na dvě části. 1. nadzemní podlaží slouží ke střetávání osob, přesněji herna, kuchyňka s jídelnou a společenská místnost a dále jako technické zázemí. 2. nadzemní podlaží slouží jako ubytovací část s 6 ubytovacími jednotkami, každá vybavená 2 lůžky a vlastní koupelnou s WC.

Rekreační středisko je vytápěno zplyňovacím kotlem na dřevo, který je umístěn v kotelně nacházející se v 1. nadzemním podlaží. Rozvody po objektu jsou řešeny jako teplovodní dvoutrubkové s nuceným oběhem. Teplotní rozdíl otopné soustavy je $75/65^{\circ}\text{C}$. Od zdroje tepla je topná voda vedena do akumulčního zásobníku, z něj pokračuje ke stoupačce vedoucí k rozdělovačům a sběračům daných podlaží. Z rozdělovačů a sběračů je topná voda distribuována do jednotlivých ubytovacích jednotek nebo společných místností. Každá z větví se dá samostatně uzavřít automatickým ventilem z ovládacích míst. Před vratem do kotle je nainstalována expanzní nádoba s membránou. Ve všech místnostech s potřebou vytápění jsou navržena desková otopná tělesa.

Teplá voda je ohřívána v ohříváči teplé vody ze tří zdrojů. Hlavním zdrojem v otopné sezóně je kotel, kterým je dodáváno teplo přes akumulční zásobník. Druhým zdrojem je navržený solární systém, který bude mimo otopnou sezónu dodávat většinu tepla pro ohřev. Posledním zdrojem je zabudovaná elektrická vložka, která v případě nedostatečného výkonu solárního systému zajistí dohřev na požadovanou teplotu.

Větrání celého objektu je řešeno přirozeným způsobem pomocí okenních otvorů. Pouze místnosti koupelny s WC jsou vybaveny odtahovými ventilátory. Do místnosti kotelny je zajištěn dostatečný přísun vzduchu pro spalování otvorem v obvodové stěně.

B.2. Výpočet tepelných ztrát

B.2.1. Výpočet součinitelů prostupu tepla

$$R=d/\lambda \text{ [m}^2\text{K/W] ; } R_T=R_{si}+R+R_{se} \text{ [m}^2\text{K/W] ; } U = 1/R_T \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

SO1-obvodová stěna 450mm

název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	součinitel tepelné vodivosti λ [W/mK]	tepelný odpor vrstvy R [m ² K/W]
Omítka vnitřní	0,01	0,99	0,010
Zdivo	0,44	0,064	6,875
Omítka vnější	0,02	0,99	0,020
Tepelný odpor při přestupu na vnitřní straně	R _{si} =	0,13	m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu na vnější straně	R _{se} =	0,04	m ² K/W
Tepelný odpor konstrukce	R _T =	7,08	m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce	U=	0,14	W/m²K

SO2-obvodová stěna 500mm

název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	součinitel tepelné vodivosti λ [W/mK]	tepelný odpor vrstvy R [m ² K/W]
Omítka vnitřní	0,01	0,99	0,010
Zdivo	0,5	0,064	7,813
Omítka vnější	0,02	0,99	0,020
Tepelný odpor při přestupu na vnitřní straně	R _{si} =	0,13	m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu na vnější straně	R _{se} =	0,04	m ² K/W
Tepelný odpor konstrukce	R _T =	8,01	m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce	U=	0,125	W/m²K

SN1-vnitřní stěna 250mm

název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	součinitel tepelné vodivosti λ [W/mK]	tepelný odpor vrstvy R [m ² K/W]
Omítka vnitřní	0,01	0,99	0,010
Zdivo	0,24	0,28	0,857
Omítka vnitřní	0,01	0,99	0,010
Tepelný odpor při přestupu na vnitřní straně	R _{si} =	0,13	m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu na vnější straně	R _{se} =	0,13	m ² K/W
Tepelný odpor konstrukce	R _T =	1,14	m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce	U=	0,88	W/m²K

SN2-vnitřní stěna 125mm

název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	součinitel tepelné vodivosti λ [W/mK]	tepelný odpor vrstvy R [m ² K/W]
Omítka vnitřní	0,01	0,99	0,010
Zdivo	0,115	0,26	0,442
Omítka vnitřní	0,01	0,99	0,010
Tepelný odpor při přestupu na vnitřní straně	R _{si} =	0,13	m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu na vnější straně	R _{se} =	0,13	m ² K/W
Tepelný odpor konstrukce	R _T =	0,72	m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce	U=	1,39	W/m²K

PDL1-podlaha k zemině s keramickou dlažbou

název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	součinitel tepelné vodivosti λ [W/mK]	tepelný odpor vrstvy R [m ² K/W]
Keramická dlažba	0,009	1,01	0,009
Lepidlo	0,009	0,83	0,011
Beton hutný	0,032	1,36	0,024
Separační folie	-	-	-
Polystyren	0,1	0,039	2,564
Bitagit	0,004	0,16	0,025
Beton hutný	0,1	1,36	0,074
Tepelný odpor při přestupu na vnitřní straně	R _{si} =	0,17	m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu na vnější straně	R _{se} =	0	m ² K/W
Tepelný odpor konstrukce	R _T =	2,88	m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce	U=	0,35	W/m²K

PDL2-podlaha k zemině s PVC vlysy

název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	součinitel tepelné vodivosti λ [W/mK]	tepelný odpor vrstvy R [m ² K/W]
PVC vlysy	0,009	0,18	0,050
Separační folie	-	-	-
Beton hutný	0,042	1,36	0,031
Separační folie	-	-	-
Polystyren	0,1	0,039	2,564
Bitagit	0,004	0,16	0,025
Beton hutný	0,1	1,36	0,074
Tepelný odpor při přestupu na vnitřní straně	R _{si} =	0,17	m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu na vnější straně	R _{se} =	0	m ² K/W
Tepelný odpor konstrukce	R _T =	2,91	m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce	U=	0,34	W/m²K

PDL3-STR1-strop nad 1.NP s keramickou dlažbou

název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	součinitel tepelné vodivosti λ [W/mK]	tepelný odpor vrstvy R [m ² K/W]
Keramická dlažba	0,009	1,01	0,009
Lepidlo	0,009	0,83	0,011
Beton hutný	0,042	1,36	0,031
Separční folie	-	-	-
Polystyren	0,04	0,039	1,026
Miako strop	0,2	0,82	0,244
Omítka vnitřní	0,01	0,99	0,010
Tepelný tok zdola nahoru			
Tepelný odpor při přestupu na vnitřní straně	R _{si} =	0,1	m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu na vnější straně	R _{si} =	0,04	m ² K/W
Tepelný odpor konstrukce	R _T =	1,47	m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce	U=	0,68	W/m²K
Tepelný tok zhora dolů			
Tepelný odpor při přestupu na vnitřní straně	R _{si} =	0,17	m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu na vnější straně	R _{si} =	0,04	m ² K/W
Tepelný odpor konstrukce	R _T =	1,54	m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce	U=	0,65	W/m²K

PDL4-STR2-strop nad 1.NP s PVC vlasy

název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	součinitel tepelné vodivosti λ [W/mK]	tepelný odpor vrstvy R [m ² K/W]
PVC vlasy	0,009	0,18	0,050
Separční folie	-	-	-
Beton hutný	0,05	1,36	0,037
Separční folie	-	-	-
Polystyren	0,04	0,039	1,026
Miako strop	0,2	0,82	0,244
Omítka vnitřní	0,01	0,99	0,010
Tepelný tok zdola nahoru			
Tepelný odpor při přestupu na vnitřní straně	R _{si} =	0,1	m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu na vnější straně	R _{si} =	0,04	m ² K/W
Tepelný odpor konstrukce	R _T =	1,51	m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce	U=	0,66	W/m²K
Tepelný tok zhora dolů			
Tepelný odpor při přestupu na vnitřní straně	R _{si} =	0,17	m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu na vnější straně	R _{si} =	0,04	m ² K/W
Tepelný odpor konstrukce	R _T =	1,58	m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce	U=	0,63	W/m²K

STR3-strop nad 2.NP

název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	součinitel tepelné vodivosti λ [W/mK]	tepelný odpor vrstvy R [m ² K/W]
Beton hutný	0,05	1,36	0,037
Separační folie	-	-	-
Polystyren	0,14	0,039	3,590
Miako strop	0,2	0,82	0,244
Omítka vnitřní	0,01	0,99	0,010
Tepelný odpor při přestupu na vnitřní straně	R _{si} =	0,1	m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu na vnější straně	R _{se} =	0,04	m ² K/W
Tepelný odpor konstrukce	R _T =	4,02	m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce	U=	0,25	W/m²K

O1-okno

Součinitel prostupu tepla konstrukce	U=	0,84	W/m²K
--------------------------------------	----	-------------	-------------------------

D1-dveře venkovní

Součinitel prostupu tepla konstrukce	U=	0,8	W/m²K
--------------------------------------	----	------------	-------------------------

D2-dveře vnitřní

Součinitel prostupu tepla konstrukce	U=	2,6	W/m²K
--------------------------------------	----	------------	-------------------------

B.2.2. Porovnání součinitele prostupu tepla s normovými požadavky

označení	název konstrukce	součinitel prostupu tepla [W/m ² K]	součinitel prostupu tepla požadovaný [W/m ² K]	součinitel prostupu tepla doporučený [W/m ² K]	Posouzení
SO1	obvodová stěna 450mm	0,14	0,3	0,2	vyhoví doporučeným
SO2	obvodová stěna 500mm	0,125	0,3	0,2	vyhoví doporučeným
SN1	vnitřní stěna 250mm	0,88	2,7	1,8	vyhoví doporučeným
SN2	vnitřní stěna 125mm	1,39	2,7	1,8	vyhoví doporučeným
PDL1	podlaha k zemině s ker. dlažbou	0,35	0,45	0,3	vyhoví
PDL2	podlaha k zemině s PVC vlasy	0,34	0,45	0,3	vyhoví
PDL3-STR1	strop nad 1.np s ker. Dlažbou ↑	0,68	2,2	1,5	vyhoví doporučeným
PDL3-STR1	strop nad 1.np s ker. Dlažbou ↓	0,65	2,2	1,5	vyhoví doporučeným
PDL4-STR2	strop nad 1.np s PVC vlasy ↑	0,66	2,2	1,5	vyhoví doporučeným
PDL4-STR2	strop nad 1.np s PVC vlasy ↓	0,63	2,2	1,5	vyhoví doporučeným
STR3	strop nad 2.np	0,25	0,3	0,2	vyhoví
O1	okno	0,84	1,5	1,2	vyhoví doporučeným
D1	dveře venkovní	0,8	1,7	1,2	vyhoví doporučeným
D2	dveře vnitřní	2,6	3,5	2,3	vyhoví

B.2.3. Výpočet tepelných ztrát objektu

Výpočet je proveden podle ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách

1.01 Herna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	22,575	0,14	0,02	0,16	1	3,612
O1	3,75	0,84	0	0,84	1	3,15
celkem						6,762

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
celkem						0

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN2	6,339	1,39	-0,114	-1,004
SN2	2,044	1,39	0,057	0,162
D2	2,02	2,6	0,057	0,299
celkem				-0,543

Tepelné ztráty zeminou

č.k.	A _k	U _{equiv,k}	A _k *U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g2} *G _w
PDL2	24,5	0,212	5,194	1,45	0,457	1	0,663
Celkem							3,442

celková ztráta prostupem

338 W

Tepelná ztráta větráním

V_i	venk. T.	vnitř. T.	n	$V_{min,i}$
63,7	-15	20	2	127,4

otvory	n_{50}	e	ε	$V_{inf,i}$
2	4,5	0,05	1	28,665

návrhová tep. Ztráta v. 1516,1 W

Celkový výkon pro místnost 1854,2 W

1.02 WC**Tepelná ztráta prostupem**

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
SO1	3,7	0,14	0,02	0,16	1	0,592
O1	1,5	0,84	0	0,84	1	1,26
celkem						1,852

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k * U_{kc} * b_u$
celkem						0

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$
SN1	6,175	0,88	0,171	0,929
SN2	3,382	1,39	0,171	0,804
D2	1,818	2,6	0,171	0,808
SN2	6,175	1,39	0,114	0,978
celkem				3,520

Tepelné ztráty zeminou

č.k.	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
PDL1	4,75	0,218	1,036	1,45	0,457	1	0,663
Celkem							0,686

celková ztráta prostupem 236 W

Tepelná ztráta větráním

V_i	venk. T.	vnitř. T.	n	$V_{min,i}$
4,75	-15	24	1,5	7,125

otvory	n_{50}	e	ε	$V_{inf,i}$
1	4,5	0,03	1	1,283

návrhová tep. Ztráta v. 94,5 W

Celkový výkon pro místnost 330,7 W

1.03 Chodba**Tepelná ztráta prostupem**

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
celkem						0

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
celkem						0

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$
SN2	3,382	1,39	-0,182	-0,856
D2	1,818	2,6	-0,182	-0,860
SN1	3,18	0,88	-0,061	-0,171
D2	2,02	2,6	-0,061	-0,320
SN2	1,88	1,39	-0,061	-0,159
D2	2,02	2,6	-0,061	-0,320
celkem				-2,687

Tepelné ztráty zeminou

č.k.	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
PDL1	3	0,231	0,693	1,45	0,457	1	0,663
Celkem							0,459

celková ztráta prostupem -74 W

Tepelná ztráta větráním

V_i	venk. T.	vnitř. T.	n	$V_{min,i}$
63,7	20	18	0,5	31,85

otvory	n_{50}	e	ε	$V_{inf,i}$
0	4,5	0	1	0

návrhová tep. Ztráta v. -21,7 W

Celkový výkon pro místnost -95,2 W

1.04, 2.03 Schodiště**Tepelná ztráta prostupem**

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1 1np	21,05	0,14	0,02	0,16	1	3,368
SO1 2np	10,713	0,14	0,02	0,16	1	1,714
O1	4,875	0,84	0	0,84	1	4,095
celkem						9,177

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR3	23,875	0,25	0,02	0,27	0,636	4,100
celkem						4,100

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$
SN1	6,339	0,88	-0,182	-1,015
SN2	19,18	1,39	-0,061	-1,626
D2	2,02	2,6	-0,061	-0,320
SN1	4,573	0,88	-0,061	-0,245
D2	2,02	2,6	-0,061	-0,320
SN1	8,978	0,88	-0,182	-1,438
SN1	3,611	0,88	-0,061	-0,194
D2	2,02	2,6	-0,061	-0,320
SN2	1,968	1,39	-0,061	-0,167
D2	2,02	2,6	-0,061	-0,320
SN2	5,963	1,39	-0,182	-1,509
SN1	6,294	0,88	-0,182	-1,008
STR2	4,375	0,63	-0,061	-0,168
celkem				-8,652

Tepelné ztráty zeminou

č.k.	A _k	U _{equiv,k}	A _k *U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g2} *G _w
PDL1	22,625	0,217	4,910	1,45	0,457	1	0,663
Celkem							3,253

celková ztráta prostupem 260 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
118,781	-15	18	0,5	59,3905

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
2	4,5	0,05	1	53,45145

návrhová tep. Ztráta v. 666,4 W

Celkový výkon pro místnost 926,4 W

1.05 Zádveří

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	8,615	0,14	0,02	0,16	1	1,3784
O1	1,875	0,84	0	0,84	1	1,575
D1	2,835	0,8	0	0,8	1	2,268
celkem						5,2214

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
celkem						0

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
STR2	6,375	0,63	-0,061	-0,245
celkem				-0,245

Tepelné ztráty zeminou

č.k.	A _k	U _{equiv,k}	A _k *U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g2} *G _w
PDL1	6,375	0,231	1,473	1,45	0,457	1	0,663
Celkem							0,976

celková ztráta prostupem 196 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
16,575	-15	18	0,5	8,2875

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
2	4,5	0,03	1	4,47525

návrhová tep. Ztráta v. 93,0 W

Celkový výkon pro místnost 289,4 W

1.06 Úklidová místnost

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
celkem						0

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
celkem						0

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN1	6,175	0,88	-0,182	-0,989
STR2	2,671	0,63	-0,061	-0,103
celkem				-1,092

Tepelné ztráty zeminou

č.k.	A _k	U _{equiv,k}	A _k *U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g2} *G _w
PDL1	2,671	0,231	0,617	1,45	0,457	1	0,663
Celkem							0,409

celková ztráta prostupem -23 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
63,7	18	18	0,5	31,85

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
0	4,5	0	1	0

návrhová tep. Ztráta v. 0,0 W

Celkový výkon pro místnost -22,5 W

1.07 WC

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	3,7	0,14	0,02	0,16	1	0,592
O1	1,5	0,84	0	0,84	1	1,26
celkem						1,852

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
celkem						0

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN2	6,175	1,39	0,154	1,322
SN2	3,382	1,39	0,154	0,724
D2	1,818	2,6	0,154	0,728
SN1	6,175	0,88	0,154	0,837
celkem				3,611

Tepelné ztráty zeminou

č.k.	A _k	U _{equiv,k}	A _k *U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g2} *G _w
PDL1	4,75	0,212	1,007	1,45	0,457	1	0,663
Celkem							0,667

celková ztráta prostupem 239 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
12,35	-15	24	1,5	18,525

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
1	4,5	0,03	1	3,3345

návrhová tep. Ztráta v. 245,6 W

Celkový výkon pro místnost 484,7 W

1.08 Chodba

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	4,225	0,14	0,02	0,16	1	0,676
celkem						0,676

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
celkem						0

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN2	3,707	1,39	-0,182	-0,938
D2	1,818	2,6	-0,182	-0,860
SN1	2,53	0,88	-0,061	-0,136
D2	2,02	2,6	-0,061	-0,320
celkem				-2,254

Tepelné ztráty zeminou

č.k.	A _k	U _{equiv,k}	A _k *U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g2} *G _w
PDL1	5,063	0,231	1,170	1,45	0,457	1	0,663
Celkem							0,775

celková ztráta prostupem -27 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
13,164	20	18	0,5	6,582

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
0	4,5	0	1	0

návrhová tep. Ztráta v. -4,5 W

Celkový výkon pro místnost -31,0 W

1.09 Kotelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	5	0,14	0,02	0,16	1	0,8
O1	1,5	0,84	0	0,84	1	1,26
celkem						2,06

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
SN2	8,38	1,39	0,02	1,41	0,242	2,859
D2	2,02	2,6	0	2,6	0,242	1,271
celkem						4,130

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN1	6,5	0,88	-0,061	-0,349
SN2	6,339	1,39	-0,182	-1,604
STR1	10	0,65	-0,182	-1,183
celkem				-3,136

Tepelné ztráty zeminou

č.k.	A _k	U _{equiv,k}	A _k *U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g2} *G _w
PDL1	10	0,196	1,96	1,45	0,457	1	0,663
Celkem							1,299

celková ztráta prostupem 144 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
26	-15	18	2	52

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
1	4,5	0,03	1	7,02

návrhová tep. Ztráta v. 583,4 W

Celkový výkon pro místnost 727,1 W

1.11 Kuchyň + jídelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	22,95	0,14	0,02	0,16	1	3,672
O1	8,25	0,84	0	0,84	1	6,93
SO2	8,09	0,125	0,02	0,145	1	1,173
D1	2,31	0,8	0	0,8	1	1,848
celkem						13,623

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
celkem						0

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN1	3,18	0,88	0,057	0,160
D2	2,02	2,6	0,057	0,299
STR1	6,038	0,65	-0,114	-0,447
celkem				0,011

Tepelné ztráty zeminou

č.k.	A _k	U _{equiv,k}	A _k *U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g2} *G _w
PDL2	32	0,199	6,368	1,45	0,457	1	0,663
Celkem							4,220

celková ztráta prostupem 625 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
83,2	-15	20	1,5	124,8

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
4	4,5	0,05	1	37,44

návrhová tep. Ztráta v. 1485,1 W

Celkový výkon pro místnost 2110,0 W

1.12 Společenská místnost

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	22,95	0,14	0,02	0,16	1	3,672
O1	8,25	0,84	0	0,84	1	6,93
SO2	8,09	0,125	0,02	0,145	1	1,173
D1	2,31	0,8	0	0,8	1	1,848
celkem						13,623

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
SN1	9,264	0,88	0,02	0,9	0,286	2,385
celkem						2,385

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN1	3,18	0,88	0,057	0,160
D2	2,02	2,6	0,057	0,299
SN1	6,5	0,88	0,057	0,326
STR1	7,952	0,63	-0,114	-0,571
celkem				0,214

Tepelné ztráty zeminou

č.k.	A _k	U _{equiv,k}	A _k *U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g2} *G _w
PDL2	32	0,199	6,368	1,45	0,457	1	0,663
Celkem							4,220

celková ztráta prostupem

715 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
83,2	-15	20	1,5	124,8

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
4	4,5	0,05	1	37,44

návrhová tep. Ztráta v.

1485,1 W

Celkový výkon pro místnost

2200,6 W

2.01 Ložnice

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	23,081	0,14	0,02	0,16	1	3,69296
O1	3,75	0,84	0	0,84	1	3,15
celkem						6,84296

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
STR3	24,5	0,25	0,02	0,27	0,657	4,346
celkem						4,346

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN2	4,845	1,39	-0,114	-0,768
D2	1,616	2,6	-0,114	-0,479
SN2	2,122	1,39	0,057	0,168
D2	2,02	2,6	0,057	0,299
celkem				-0,779

celková ztráta prostupem

364 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
64,925	-15	20	0,5	32,463

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
2	4,5	0,05	1	29,216

návrhová tep. Ztráta v.

386,3 W

Celkový výkon pro místnost

750,6 W

2.02 Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1	3,8	0,14	0,02	0,16	1	0,608
O1	1,5	0,84	0	0,84	1	1,26
celkem						1,868

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR3	4,75	0,25	0,02	0,27	0,692	0,887
celkem						0,887

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$
SN1	6,294	0,88	0,154	0,853
SN2	5,3	1,39	0,154	1,135
SN2	4,678	1,39	0,103	0,670
D2	1,616	2,6	0,103	0,433
celkem				3,090

celková ztráta prostupem 228 W

Tepelná ztráta větráním

V_i	venk. T.	vnitř. T.	n	$V_{min,i}$
12,588	-15	24	1,5	18,882

otvory	n_{50}	e	ϵ	$V_{inf,i}$
1	4,5	0,03	1	3,399

návrhová tep. Ztráta v. 250,4 W

Celkový výkon pro místnost 478,3 W

2.04 Ložnice

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	13,561	0,14	0,02	0,16	1	2,170
O1	1,875	0,84	0	0,84	1	1,575
celkem						3,74476

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
STR3	14,453	0,25	0,02	0,27	0,657	2,564
celkem						2,564

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN1	4,678	0,88	-0,114	-0,469
D2	1,616	2,6	-0,114	-0,479
SN2	18,518	1,39	0,057	1,467
D2	2,02	2,6	0,057	0,299
PDL4	14,453	0,63	0,057	0,519
celkem				1,337

celková ztráta prostupem 268 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
38,3	-15	20	0,5	19,150

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
1	4,5	0,03	1	10,341

návrhová tep. Ztráta v. 227,9 W

Celkový výkon pro místnost 495,5 W

2.05 Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	3,8	0,14	0,02	0,16	1	0,608
O1	1,5	0,84	0	0,84	1	1,26
celkem						1,868

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
STR3	4,75	0,25	0,02	0,27	0,692	0,887
celkem						0,887

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN2	5,3	1,39	0,154	1,135
SN1	4,678	0,88	0,103	0,424
D2	1,616	2,6	0,103	0,433
celkem				1,991

celková ztráta prostupem 185 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
12,588	-15	24	1,5	18,882

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
1	4,5	0,03	1	3,399

návrhová tep. Ztráta v. 250,4 W

Celkový výkon pro místnost 435,5 W

2.06 Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	5,125	0,14	0,02	0,16	1	0,82
O1	1,5	0,84	0	0,84	1	1,26
celkem						2,08

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
STR3	5,938	0,25	0,02	0,27	0,692	1,109
celkem						1,109

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN2	4,678	1,39	0,103	0,670
D2	1,616	2,6	0,103	0,433
SN2	6,625	1,39	0,154	1,418
PDL3	5,938	0,65	0,154	0,594
celkem				3,115

celková ztráta prostupem 246 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
15,736	-15	24	1,5	23,604

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
1	4,5	0,03	1	4,249

návrhová tep. Ztráta v. 313,0 W

Celkový výkon pro místnost 558,9 W

2.07 Chodba

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
celkem						0

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
STR3	6,938	0,25	0,02	0,27	0,636	1,191
celkem						1,191

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN2	5,467	1,39	-0,182	-1,383
SN2	6,792	1,39	-0,182	-1,718
SN2	1,955	1,39	-0,061	-0,166
D2	2,02	2,6	-0,061	-0,320
SN1	4,968	0,88	-0,061	-0,267
D2	2,02	2,6	-0,061	-0,320
SN1	5,268	0,88	-0,182	-0,844
celkem				-5,018

celková ztráta prostupem -126 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
18,386	20	18	0,5	9,193

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
0	4,5	0	1	0,000

návrhová tep. Ztráta v. -6,3 W

Celkový výkon pro místnost -132,5 W

2.08 Ložnice

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	18	0,14	0,02	0,16	1	2,88
O1	1,875	0,84	0	0,84	1	1,575
celkem						4,455

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
STR3	14	0,25	0,02	0,27	0,657	2,483
PDL4	14	0,63	0,02	0,65	0,286	2,603
celkem						5,086

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN2	2,122	1,39	0,057	0,168
D2	2,02	2,6	0,057	0,299
SN2	4,845	1,39	-0,114	-0,768
D2	1,616	2,6	-0,114	-0,479
celkem				-0,779

celková ztráta prostupem 307 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
37,1	-15	20	0,5	18,550

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
1	4,5	0,03	1	10,017

návrhová tep. Ztráta v. 220,7 W

Celkový výkon pro místnost 527,4 W

2.09 Ložnice

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	21,118	0,14	0,02	0,16	1	3,37888
O1	5,25	0,84	0	0,84	1	4,41
celkem						7,78888

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
STR3	22,375	0,25	0,02	0,27	0,657	3,969
celkem						3,969

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN1	3,447	0,88	0,057	0,173
D2	2,02	2,6	0,057	0,299
SN2	10,972	1,39	-0,114	-1,739
D2	1,616	2,6	-0,114	-0,479
celkem				-1,745

celková ztráta prostupem 350 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
59,294	-15	20	0,5	29,647

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
2	4,5	0,05	1	26,682

návrhová tep. Ztráta v. 352,8 W

Celkový výkon pro místnost 703,2 W

2.10 Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	5,014	0,14	0,02	0,16	1	0,802
O1	0,75	0,84	0	0,84	1	0,63
celkem						1,43224

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
STR3	5,438	0,25	0,02	0,27	0,692	1,016
celkem						1,016

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN1	4,969	0,88	0,103	0,450
SN2	10,773	1,39	0,103	1,542
D2	1,616	2,6	0,103	0,433
PDL3	5,438	0,65	0,103	0,364
celkem				2,790

celková ztráta prostupem 204 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
14,411	-15	24	1,5	21,617

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
1	4,5	0,03	1	3,891

návrhová tep. Ztráta v. 286,6 W

Celkový výkon pro místnost 490,9 W

2.11 Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
PDL1	6,4	0,35	0,02	0,37	1	2,368
celkem						2,368

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR3	6,4	0,25	0,02	0,27	0,692	1,196
celkem						1,196

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$
SN1	8,48	0,88	0,154	1,149
SN2	12,164	1,39	0,103	1,742
D2	1,616	2,6	0,103	0,433
SN1	3,811	0,88	0,103	0,345
celkem				3,669

celková ztráta prostupem 282 W

Tepelná ztráta větráním

V_i	venk. T.	vnitř. T.	n	$V_{min,i}$
16,96	20	24	1,5	25,440

otvory	n_{50}	e	ε	$V_{inf,i}$
0	4,5	0	1	0,000

návrhová tep. Ztráta v. 34,6 W

Celkový výkon pro místnost 316,7 W

2.12 Ložnice

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO2	22,088	0,125	0,02	0,145	1	3,203
O1	3,75	0,84	0	0,84	1	3,150
PDL2	27,434	0,34	0,02	0,36	1	9,876
celkem						16,229

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
STR3	27,434	0,25	0,02	0,27	0,657	4,867
celkem						4,867

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN1	4,406	0,88	0,057	0,221
D2	2,02	2,6	0,057	0,299
SN1	10,6	0,88	-0,114	-1,063
SN1	4,969	0,88	-0,114	-0,498
SN2	12,827	1,39	-0,114	-2,033
D2	1,616	2,6	-0,114	-0,479
celkem				-3,553

celková ztráta prostupem 614 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
72,7	-15	20	0,5	36,350

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
2	4,5	0,05	1	32,715

návrhová tep. Ztráta v. 432,6 W

Celkový výkon pro místnost 1046,6 W

2.13 Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	4,351	0,14	0,02	0,16	1	0,69616
O1	0,75	0,84	0	0,84	1	0,63
celkem						1,32616

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
STR3	7,7	0,25	0,02	0,27	0,692	1,439
celkem						1,439

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN1	5,101	0,88	0,154	0,691
SN2	8,984	1,39	0,103	1,286
D2	1,616	2,6	0,103	0,433
SN1	10,6	0,88	0,103	0,961
PDL3	7,7	0,65	0,103	0,516
celkem				3,887

celková ztráta prostupem 259 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
20,405	-15	24	1,5	30,608

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
1	4,5	0,03	1	5,509

návrhová tep. Ztráta v. 405,9 W

Celkový výkon pro místnost 665,3 W

2.14 Ložnice

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
SO1	22,818	0,14	0,02	0,16	1	3,651
O1	4,875	0,84	0	0,84	1	4,095
celkem						7,746

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k.	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _{kc} *b _u
STR3	25,8	0,25	0,02	0,27	0,657	4,577
celkem						4,577

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k.	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}
SN1	5,631	0,88	0,057	0,282
D2	2,02	2,6	0,057	0,299
SN2	8,984	1,39	-0,114	-1,424
D2	1,616	2,6	-0,114	-0,479
celkem				-1,321

celková ztráta prostupem 385 W

Tepelná ztráta větráním

V _i	venk. T.	vnitř. T.	n	V _{min,i}
68,37	-15	20	0,5	34,185

otvory	n ₅₀	e	ε	V _{inf,i}
2	4,5	0,05	1	30,767

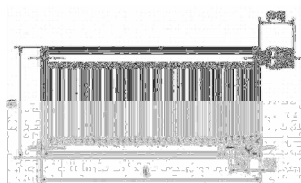
návrhová tep. Ztráta v. 406,8 W

Celkový výkon pro místnost 791,9 W

Celková tepelná ztráta větráním 9 705 W
Celková tepelná ztráta prostupem 6 198 W
Celková tepelná ztráta objektu 15 903 W

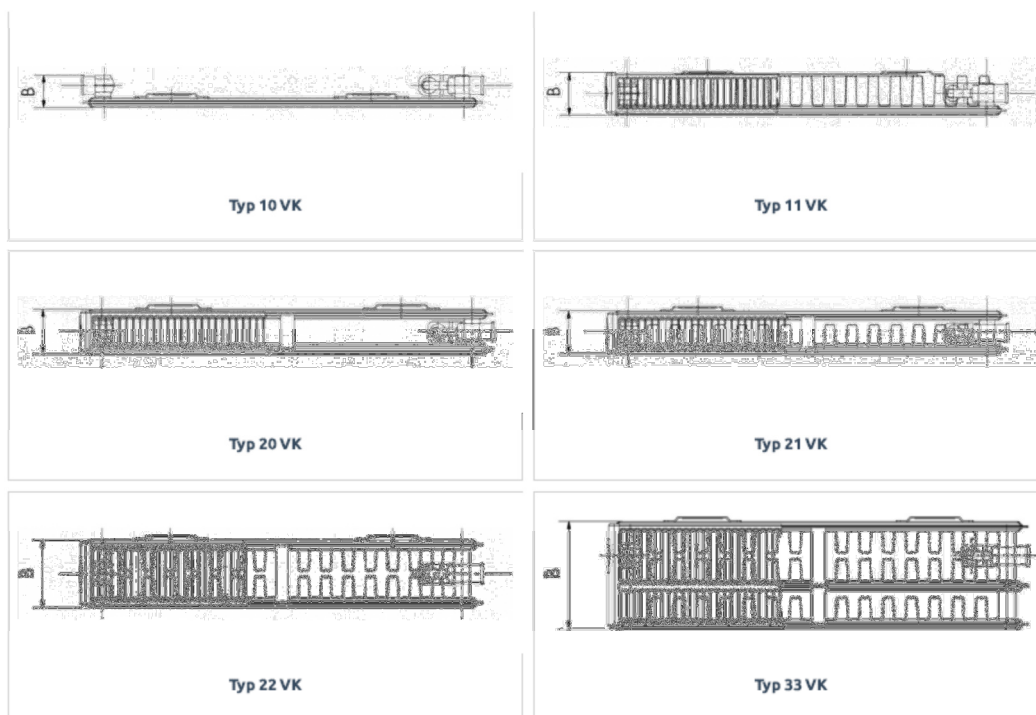
B.3. Návrh otopných těles

Pro vytápění rekreačního střediska byly zvoleny otopná tělesa KORADO RADIK VK. Jedná se o tělesa v provedení VENTIL KOMPAKT, s pravým spodním připojením na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Tělesa jsou připevněna na stěnu pomocí 4 příchytek ze zadní strany těles. Jsou vybavena termostatickou hlavicí DANFOSS RAE-K5034 a přímým šroubením HEIMEIER VEKOLUX. Výkon je navržen na pokrytí tepelných ztrát místností.



Výška (H)	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka (L)	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka (B)	
- Typ 10 VK	47 mm
- Typ 11 VK	63 mm
- Typ 20 VK	66 mm
- Typ 21 VK	66 mm
- Typ 22 VK	100 mm
- Typ 33 VK	135 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 × G½ vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota (°C)	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní

Přehled typů



Obr.12,13 Technické listy Korado Radik VK [14]

teplotní rozdíl 75/65 °C																			
číslo místnosti	účel místnosti	t _i (°C)	Tepelná ztráta místnosti Q (W)	typ otopného tělesa	výkon OT	z ₁	z ₂	z ₃	φ	skutečný výkon těles Q (W)									
1.01	Herna	20	1854	Radik 20 VK 1400/500	1173	1	1	1	1	1173									
				Radik 11 VK 900/500	772	1	1	1	1	772									
1.02	WC	24	331	Radik 11 VK 800/500	615	1	1	1	1	615									
1.04, 2.03	Schodiště	18	926	Radik 10 VK 1600/500	865	1	1	1	1	865									
				Radik 10 VK 400/500	217	1	1	0,9	1	195									
1.05	Zádveří	18	289	Radik 10 VK 1000/500	541	1	1	1	1	541									
1.07	WC	24	485	Radik 11 VK 700/500	539	1	1	1	1	539									
1.11	Kuchyň + jídelna	20	2110	Radik 10 VK 1800/600	1087	1	1	1	1	1087									
				Radik 10 VK 1800/600	1087	1	1	1	1	1087									
1.12	Společenská místnost	20	2201	Radik 10 VK 1600/500	822	1	1	1	1	822									
				Radik 10 VK 1600/500	822	1	1	1	1	822									
				Radik 10 VK 1200/500	617	1	1	1	1	617									
2.01	Ložnice	20	751	Radik 10 VK 1100/500	565	1	1	1	1	565									
				Radik 10 VK 700/500	360	1	1	1	1	360									
2.02	Koupelna	24	478	Radik 11 VK 700/500	539	1	1	1	1	539									
2.04	Ložnice	20	496	Radik 10 VK 1100/500	565	1	1	1	1	565									
2.05	Koupelna	24	436	Radik 11 VK 700/500	539	1	1	1	1	539									
2.06	Koupelna	24	559	Radik 11 VK 800/500	615	1	1	1	1	615									
2.08	Ložnice	20	527	Radik 11 VK 1100/500	565	1	1	1	1	565									
2.09	Ložnice	20	703	Radik 10 VK 1400/500	720	1	1	1	1	720									
2.10	Koupelna	24	491	Radik 11 VK 700/500	539	1	1	0,95	1	512									
2.11	Koupelna	24	317	Radik 10 VK 800/500	369	1	1	0,9	1	332									
2.12	Ložnice	20	1047	Radik 10 VK 1100/500	565	1	1	1	1	565									
				Radik 10 VK 1100/500	565	1	1	1	1	565									
2.13	Koupelna	24	665	Radik 21 VK 700/500	700	1	1	1	1	700									
2.14	Ložnice	20	792	Radik 10 VK 1600/500	822	1	1	1	1	822									
										ΣQ=	17099								

B.4. Návrh zdroje tepla

B.4.1. Potřeba teplé vody

Zásobníkový ohřev teplé vody

12 osob – krátkodobé ubytování s vysokým standardem 60 litrů na osobou a den, 353m² podlahové plochy pro úklid, 20 litrů vody na 100 m²

Denní potřeba teplé vody:

$$V_{2p} = 12 \text{ osob} * 0,06 + 3,53 * 0,02 = 0,79 \text{ m}^3$$

Teplo odebrané:

$$Q_t = 1,163 * V_{2p} * (t_2 - t_1) = 1,163 * 0,79 * (55 - 10) = 41,3 \text{ kWh}$$

Teplo ztracené cirkulací:

$$Q_z = Q_t * z = 41,3 * 0,5 = 20,7 \text{ kWh}$$

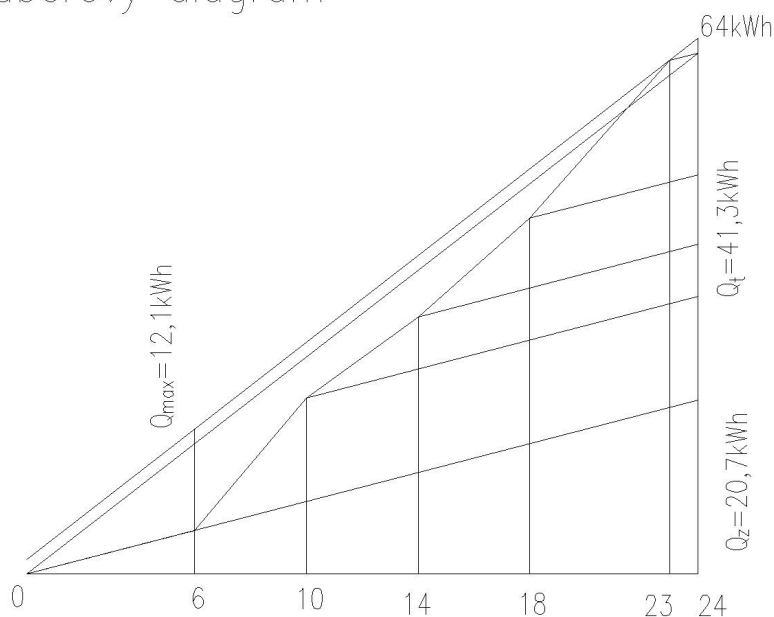
Teplo celkem:

$$Q_p = Q_t + Q_z = 41,3 + 20,7 = 62 \text{ kWh}$$

Průběh odběru tepla:

6-10h	30%	12,4 kWh
10-14h	15%	6,2 kWh
14-18h	20%	8,3 kWh
18-23h	35%	14,5 kWh

Odběrový diagram



Velikost zásobníku:

$$V_z = \Delta Q_{\max} / (1,163 * \Delta t) = 12,1 / (1,163 * 45) = 0,3 \text{ m}^3$$

- kvůli ohřevu teplé vody solárním systémem bude navrhnout zásobník o větším objemu

Jmenovitý výkon ohřevu:

$$Q_n = Q_p / t = 62 / 8 = 7,75 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha (75/65):

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(90 - 55) - (60 - 10)}{\ln \frac{(90 - 55)}{(60 - 10)}} = 42,1^\circ \text{C}$$

$$A = (Q_n * 10^3) / (U * \Delta t) = 7,75 * 10^3 / (420 * 42,1) = 0,44 \text{ m}^2$$

B.4.2. Návrh kotle

Požadovaný výkon kotle:

Tepelné ztráty objektu: 15 903 W

Potřebný výkon na ohřev TV 7 750 W

$$Q = 0,7 * Q_{zt} + Q_{tv} = 0,7 * 15,903 + 7,75 = 18,89 \text{ kW}$$

Navržen zplyňovací kotel ATMOS DC18GD

Technické údaje						
Typ kotle		DC18GD	DC25GD	DC30GD	DC40GD	DC50GD
Výkon kotle	kW	19	25	29,8	40	49
Předepsaný tah komína	Pa	16	18	20	22	24
Maximální pracovní přetlak vody	kPa	250	250	250	250	250
Hmotnost kotle	kg	376	469	466	548	565
Objem vody v kotli	l	73	105	105	112	128
Objem palivové šachty	dm ³	85	125	125	170	170
Max. délka dřeva	mm	330	530	530	530	530
Průměr kouřového hrdla (kouřovodu)	mm	150/152	150/152	150/152	150/152	150/152
Účinnost	%	90,3	90,5	90,8	90,5	92,0
Teplota spalin při jmenovitém výkonu	°C	145	132	155	175	183
Předepsané palivo (preferované)		Suché dřevo o výhřevnosti 15 - 18 MJ/kg, průměr 80 - 150 mm a vlhkosti 12 - 20 %				
Minimální teplota vratné vody	°C	65				
Třída kotle		5	5	5	5	5
Třída energetické účinnosti		A+	A+	A+	A+	A+
Dotované kotle v ČR		✓	✓	✓	✓	✓

Obr.14 Technické listy kotlů ATMOS [15]

B.4.3. Návrh solárního systému

Teplonosná látka

Propylenglykol KOLEKTON P

$c = 3,76 \text{ kJ/kgK}$ pro 60°C

$\rho = 1010 \text{ kg/m}^3$ pro 60°C

Solární kolektor:

TopSon F3-1

Plocha kolektoru: $2,3 \text{ m}^2$

Plocha apertury: 2 m^2

Typ	TopSon	F3-1
VŠEOBECNÉ ÚDAJE		
doporučený průtok na kolektor	L/h	30 - 90
Teplonosné médium	ANRO (nezředěné)	
Solar-Keymark reg. číslo	011-7S260F	
optická účinnost η_{Ohem}^*	%	70.400000000000006
Koeficient tepelné ztráty a_1^*	W/(m ² K)	3.0369999999999999
Koeficient tepelné ztráty a_2^*	W/(m ² K ²)	1.4E-2
Faktor korekce úhlu dopadu paprsku K50° *	%	95
Tepelná kapacita C *	kJ/(m ² K)	5.85
Absorpční plocha	m ²	2
optická účinnost η_{Ohem}^{**}	%	81
Koeficient tepelné ztráty a_1^{**}	W/(m ² K)	3.492
Koeficient tepelné ztráty a_2^{**}	W/(m ² K ²)	1.6E-2
Faktor korekce úhlu dopadu paprsku K50° **	%	95
Tepelná kapacita C **	kJ/(m ² K)	5.85
maximální teplota při odstávce	°C	194
max. provozní tlak	bar	10
Objem náplně	l	1.7

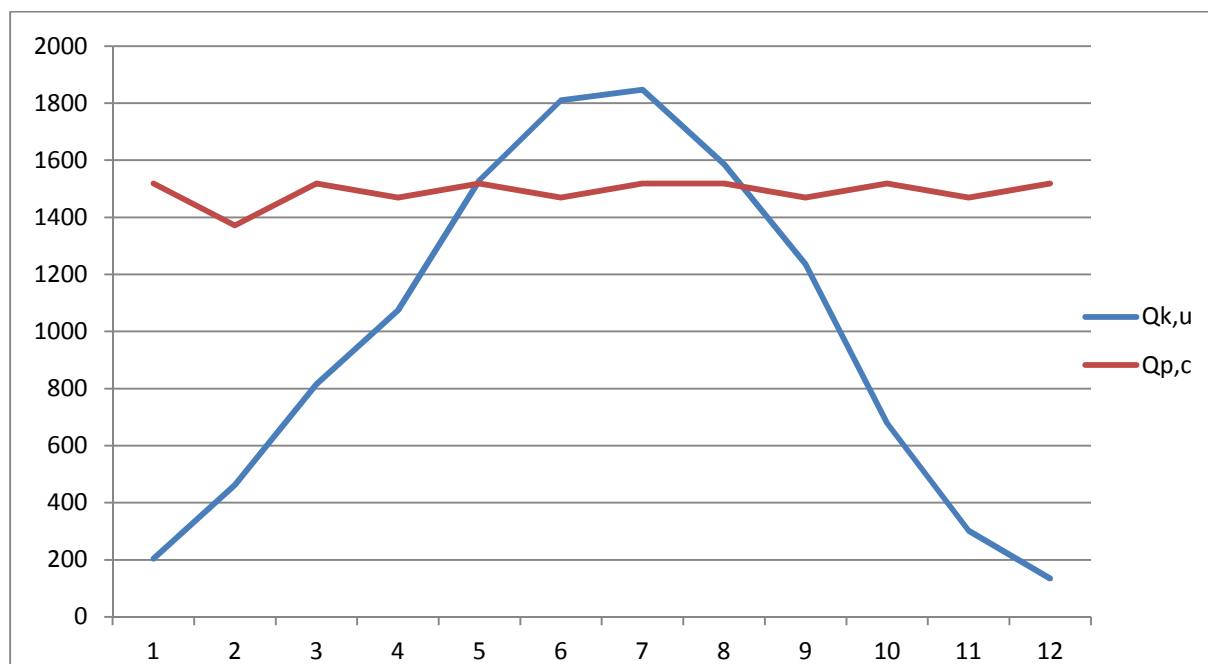
Obr.15 Technické listy solárního kolektoru TopSon [16]

Potřeba tepla pro vytápění													
Htr	177												
Hv	218												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Qtr	-102	-98	-84	-69	-49	-24	-14	-14	-41	-57	-80	-94	
Qve	-125	-120	-103	-85	-60	-30	-18	-18	-51	-70	-98	-116	
Qsol	25	45	55	67	76	74	75	75	58	44	24	17	
Qint	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	
y	0,21	0,31	0,42	0,58	0,90	1,79	3,02	3,02	0,88	0,52	0,26	0,19	
ηh	0,83	0,76	0,71	0,64	0,53	0,36	0,25	0,25	0,53	0,66	0,80	0,84	
Qhd	-187,1	-166,2	-131,5	-97,7	-57,2	-19,3	-8,0	-8,0	-48,9	-83,4	-141,3	-176,9	
Qhm	-5799,0	-4653,7	-4075,7	-2931,3	-1772,5	-578,8	-247,0	-247,1	-1466,4	-2584,4	-4238,4	-5483,8	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
HT,den,te	3,8	5,1	6,74	8	9,03	9,46	9,08	8,19	7,03	5,45	4,06	3,27	
HT,den,di	0,3	0,42	0,63	0,82	0,98	1,16	1,12	1	0,77	0,52	0,35	0,27	
tr	0,18	0,31	0,38	0,39	0,48	0,53	0,56	0,53	0,5	0,37	0,23	0,12	
HT,den	0,930	1,871	2,952	3,620	4,844	5,559	5,578	4,811	3,900	2,344	1,203	0,630	
ηk	0,45	0,50	0,57	0,61	0,65	0,67	0,68	0,68	0,65	0,59	0,51	0,44	
qk	0,417	0,943	1,668	2,201	3,129	3,708	3,782	3,247	2,531	1,388	0,617	0,274	
Ak	129,3	57,1	32,3	24,5	17,2	14,5	14,2	16,6	21,3	38,8	87,3	196,6	
Pk	65	29	16	12	9	7	7	8	11	19	44	98	
ηk	0,45	0,51	0,57	0,61	0,65	0,67	0,68	0,68	0,65	0,59	0,52	0,44	
Qk,u	204,34	461,47	814,85	1074,96	1529,38	1810,04	1846,87	1585,67	1236,22	677,99	302,03	134,37	
	zvolený počet kolektorů												

$q_{ss,u} = 397,85 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$

$Q_{ss,u} = 9548 \text{ kWh/rok}$

Roční pokrytí solárním systémem: $(9548 / 17\,881) * 100 = 53,4\%$



úsek	průtok	Dxt	Tlaková ztráta na 1m potrubí	Rychlost proudění v	Délka potrubí	ztráta třením	ztráta vřazenými odpory	ztráta kolektorů, výměníků, reg. Armatur apod.	celkem ztráta
	(l/h)		Pa/m	(m/s)	(m)	Pa	Pa	Pa	Pa
hl. větev									
1	720	28x1,5	110	0,32	22	2420	726	800	3946
2	360	22x1	92	0,26	21,5	1978	593,4	0	2571,4
3	180	18x1	120	0,20	8	960	288	1100	2348
							ztráta hl. větve		8865,4
4	180	18x1	120	0,20	8	960	288	1100	2348
stoupačka vedlejší větve									
5	360	22x1	92	0,26	3	276	82,8	2200	2558,8

Tlaková ztráta bloku 3 kolektorů: 1100 Pa

Tlaková ztráta vyvažovacího ventilu: 2200 Pa

Tlaková ztráta vodoměru a výměníku: 800 Pa

Potřebná teplosměnná plocha (75/65):

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(65 - 55) - (55 - 10)}{\ln \frac{(65 - 55)}{(55 - 10)}} = 23,3^\circ\text{C}$$

$$A = (Q_n * 10^3) / (U * \Delta t) = 11,52 * 10^3 / (420 * 23,3) = 1,18 \text{ m}^2$$

B.4.4. Akumulační zásobník

$$V = Q \cdot (50-70 \text{ l/kW}) = 19 \cdot 50 = 950 \text{ l}$$

Navržen akumulční zásobník DRAŽICE NAD V3 1000

Akumulační nádrž NAD v3

- Typy: 300, 500, 750, 1000 l
- Nádrž se dodává bez izolace
- Lze objednat moderní izolaci Neodul
- Vhodná jako vyrovnávací zásobník k topným systémům s kotli na tuhá paliva
- Do příruby lze instalovat topnou jednotku TPK 210/12
- Do hrdel lze instalovat topnou jednotku TJ 6/4"



Rozměry hrdel	NAD 300v3	NAD 500v3	NAD 750v3	NAD 1000v3
Hrdlo 1 – vnitřní závit		1 1/2"		
Hrdlo 2 – vnitřní závit		1"		
Hrdlo 3 – vnější závit		1"		

Technické parametry		NAD 300v3	NAD 500v3	NAD 750v3	NAD 1000v3
Objednávací číslo		121080387	121380387	121680387	121580387
Celkový objem nádrže	[l]	320	475	772	999
Hmotnost (Netto)	[kg]	60	87	110	126
Max. pracovní teplota / tlak v nádobě	[°C] / [bar]	90 / 3			
Tloušťka izolace (Neodul LB PP)	[mm]	80			
Tepelná vodivost izolace (Neodul LB PP)	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	0,032			
Objednávací číslo izolace (Neodul LB PP)		6231900	6231912	6231906	6231910
Max. počet × výkon TPK 210-12	[ks] × [kW]	—	—	1 × 12	—
Max. počet × výkon TJ 6/4"	[ks] × [kW]	1 × 3,75 + 3 × 9	2 × 3,75 + 4 × 9	2 × 4,5 + 4 × 9	2 × 6 + 4 × 9
Energetická třída (Neodul LB PP)		C	C	—	—
Statická ztráta (Neodul LB PP)	[W]	80	83	122	135

Rozměry nádrží		NAD 300v3	NAD 500v3	NAD 750v3	NAD 1000v3
Průměr nádrže	∅ d	550	600	750	850
Celková výška nádrže	L	1610	1965	2022	2035
Klopová výška	L _k	1620	1985	2035	2050
Výška nádrže	H	1480	1835	1895	1905
Hrdlo Z/T okruhů a jímek pro ořdlo	A	245	258	272	292
Hrdlo Z/T okruhů a jímek pro ořdlo	B	760	718	731	750
Hrdlo Z/T okruhů a jímek pro ořdlo	C	1275	1176	1189	1208
Hrdlo Z/T okruhů a jímek pro ořdlo	E	—	1632	1646	1666
Hrdlo příruby	F	—	341	357	375

Obr.16 Technické listy akumulční nádrže DRAŽICE[17]

B.4.5. Ohřívač teplé vody

Ohřívač teplé vody bude navržen na objem podobný potřebě teplé vody na celý den a ne pouze na odběrovou špičku, kvůli solárnímu ohřevu teplé vody.

Navržený ohřívač teplé vody DRAŽICE OKC 750 NTRR/BP

Ohřívač bude mít zabudované elektrické topné těleso o výkonu 6 kW

Ohřev pouze elektrickým topným tělesem trvá 10,3 hodiny

1.4.4 TECHNICKÉ PARAMETRY

MODEL		OKC 750 NTR/BP	OKC 1000 NTR/BP	OKC 750 NTRR/BP	OKC 1000 NTRR/BP
OBJEM ZÁSOBNÍKU	l	725	945	710	930
PRŮMĚR	mm	910	1010	910	1010
HMOTNOST	Kg	208	260	197	248
PROVOZNÍ TLAK TEPLÉ VODY	MPa	1	1	1	1
PROVOZNÍ TLAK TOPNÉ VODY	MPa	1	1	1	1
MAX. TEPLOTA TOPNÉ VODY	°C	110	110	110	110
MAX. TEPLOTA TEPLÉ VODY	°C	95	95	95	95
VÝHŘEVNÁ PLOCHA HORNÍHO VÝMĚNÍKU	m ²	-	-	1,17	1,12
VÝHŘEVNÁ PLOCHA SPODNÍHO VÝMĚNÍKU	m ²	3,7	4,5	1,93	2,45
VÝKON SPODNÍHO/HORNÍHO VÝMĚNÍKU PŘI TEPLOTNÍM SPÁDU 80/60 °C	kW	99	110	60/33	76/32
VÝKONNOSTNÍ ČÍSLO DLE DIN 4708 HORNÍHO VÝMĚNÍKU	NL	-	-	6,2	7,1
VÝKONNOSTNÍ ČÍSLO DLE DIN 4708 SPODNÍHO VÝMĚNÍKU	NL	30,5	38,8	21	26
TRVALÝ VÝKON TEPLÉ VODY SPODNÍHO VÝMĚNÍKU	l/h	2440	2715	1460	1490
TRVALÝ VÝKON TEPLÉ VODY HORNÍHO VÝMĚNÍKU	l/h	-	-	815	780
DOBA OHŘEVU TEPLÉ VODY* VÝMĚNÍKEM PŘI TEPLOTNÍM SPÁDU 80/60°C (DOLNÍM/HORNÍM)	min	24	26	37/28	43/37

Obr.17 Technické listy ohřívače teplé vody DRAŽICE[18]

Posouzení ohříváče teplé vody:

Ohřev z akumulčního zásobníku

Minimální plocha výměníku: $0,44 \text{ m}^2$

Skutečná plocha výměníku: $1,17 \text{ m}^2$ výměník vyhoví požadavku

Maximální výkon přenesený výměníkem:

$$Q = S * (U * \Delta t) \quad 1,17 * (420 * 42,1) = 20,7 \text{ kW} > 19 \text{ kW}$$

Doba ohřevu maximálním výkonem

$$T = Q / Q_{\text{zdr}} = 62 / 19 = 3,3 \text{ hodiny}$$

Ohřev solárním systémem:

Minimální plocha výměníku: $1,18 \text{ m}^2$

Skutečná plocha výměníku: $1,93 \text{ m}^2$ výměník vyhoví požadavku

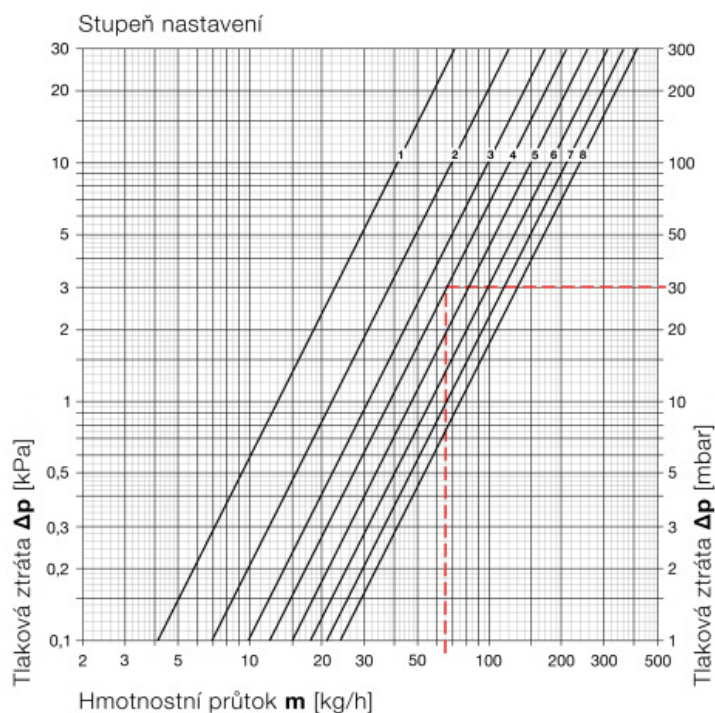
Maximální výkon přenesený výměníkem:

$$Q = S * (U * \Delta t) = 1,93 * (420 * 23,3) = 18,9 \text{ kW}$$

B.5. Dimenzování otopné soustavy

Potrubní rozvody jsou navrženy z mědi. Rozvody jsou vedeny v kotelně pod stropem, stoupačka ve stěně a jednotlivé větve v podlaze. Potrubí bude opatřeno tepelnou izolací. Pro vyregulování byl použit diagram charakteristik přednastavení termostatického ventilu.

Diagram – Stupeň přednastavení



Obr.18 Diagram – Stupeň přednastavení[19]

Teplotní rozdíl 75/65 °C

1.NP

č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)
1	617	53	8,5	12x1	75	0,196	638	11	211		849
2	1439	124	8	18x1	36	0,182	288	7	116		1253
3	2261	194	13,4	18x1	40	0,194	536	18	339		2127
									$\Delta p =$	3162	stupeň 2
4	865	74	4	15x1	40	0,166	160	8	110		270
5	1406	121	11,2	18x1	33	0,173	370	8	120		760
									$\Delta p =$	4530	stupeň 3
6	541	47	14,9	12x1	60	0,172	894	11	163		1057
									$\Delta p =$	3744	stupeň 2
7	1087	93	8,5	15x1	55	0,200	468	8	160	1600	2228
8	2174	187	34	18x1	70	0,268	2380	19	682		5290
9	1173	101	14,6	15x1	65	0,220	949	11	266		1215
10	1945	167	26,8	18x1	60	0,245	1608	13	390		3213
									$\Delta p =$	2076	stupeň 7
11	772	66	7,9	15x1	33	0,148	261	6	66		326
									$\Delta p =$	2965	stupeň 4
12	615	53	29,6	12x1	75	0,196	2220	15	288		2508
									$\Delta p =$	2782	stupeň 3
13	539	46	13,2	12x1	60	0,172	792	20	296		1088
									$\Delta p =$	4202	stupeň 2

2.NP

č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma\xi$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)
14	565	49	5	12x1	65	0,181	325	8	131	440	896
15	1130	97	13,5	15x1	60	0,210	810	9	198		1904
16	1462	126	8,7	18x1	36	0,182	313	10	166		2383
17	332	29	6,7	12x1	28	0,110	188	11	67		254
									$\Delta p =$	1650	stupeň 2
18	195	17	15,1	10x1	33	0,102	498	15	78		576
									$\Delta p =$	1807	stupeň 2
19	720	62	10	15x1	28	0,135	280	11	100		380
20	1232	106	30,5	18x1	26	0,151	793	15	171		1344
									$\Delta p =$	1039	stupeň 6
21	512	44	4	12x1	55	0,164	220	11	148		368
									$\Delta p =$	1051	stupeň 4
22	539	46	6,1	12x1	60	0,172	366	8	118		484
23	899	77	4,4	15x1	40	0,166	176	2	28		688
24	1464	126	23,2	18x1	36	0,182	835	14	232		1755
									$\Delta p =$	628	stupeň 6
25	360	31	5,5	12x1	30	0,114	165	11	71		236
									$\Delta p =$	876	stupeň 3
26	565	49	16,1	15x1	19	0,107	306	11	63		369
									$\Delta p =$	947	stupeň 5
27	565	49	12	15x1	19	0,107	228	8	46		274
28	1104	95	14,4	18x1	22	0,137	317	10	94		684
									$\Delta p =$	1699	stupeň 4
29	539	46	13,3	15x1	17	0,100	226	14	70		296
									$\Delta p =$	1677	stupeň 4
30	615	53	6,8	15x1	22	0,117	150	11	75		225
31	1180	101	10,1	18x1	24	0,144	242	10	104		571
									$\Delta p =$	1812	stupeň 4
32	565	49	6,9	15x1	19	0,107	131	6	34		165
									$\Delta p =$	1872	stupeň 3
33	822	71	10,4	15x1	36	0,156	374	11	134		508
34	1522	131	8,1	18x1	40	0,194	324	10	188		1020
									$\Delta p =$	1363	stupeň 6
35	700	60	11,8	15x1	26	0,129	307	8	67		373
									$\Delta p =$	1498	stupeň 5
přívod k R+S od kotle											
36	8694	746	4	35x1,5	30	0,271	120	4	147		267
37	16853	1449	10	42x1,5	36	0,346	360	35	2095		2455
38	8159	702	3	35x,15	26	0,25	78	4	125		203

před rozdělovač v 1. NP nutno přidat armaturu zvyšující tlakovou ztrátu

tlaková ztráta 1.NP 5493 Pa

tlaková ztráta 2.NP 2650 Pa

$\Delta p = 2843$ Pa -tlaková ztráta vyrovnávacího ventilu

B.6. Návrh čerpadel

B.6.1. Čerpadlo kotlového okruhu

Pro tento kotlový okruh je navrženo čerpadlo, které je součástí zařízení LADDOMAT 22.

TECHNICKÉ ÚDAJE - LADDOMAT 22

Čerpadlo: WILO Yonos PARA MS/ 7,5 - RKC W M

Připojení: R32 / 5/4" (s pákou)

Teplota otevření: 78 °C (standardní (1456))

72 °C (příbal (8719))

57 °C, 63 °C, nebo 83 °C nutné objednat

Max. výkon kotle: 100 (120) kW

Obr.19 Technické listy LADDOMAT[20]

B.6.2. Čerpadlo otopného okruhu

Celková tlaková ztráta okruhu:

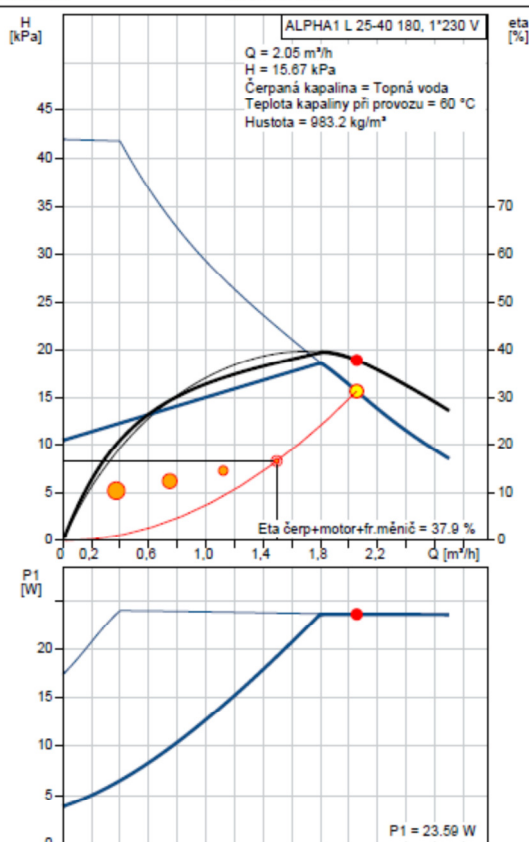
$\Delta p = 8,215$ kPa

Objemový průtok:

$1449 \text{ kg/h} \Rightarrow 1449 / 986 = 1,47 \text{ m}^3/\text{h}$

Čerpadlo bylo navrženo pomocí návrhového programu na stránkách výrobce GRUNDFOS

Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku:	ALPHA1 L 25-40 180
Číslo výrobku:	99160579
EAN kód:	5712607862633
Cena:	184,00 EUR €
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	2.05 m³/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	15.67 kPa
Max. dopravní výška:	40 dm
Teplotní třída TF:	95
Schval. značky na typovém štítku:	CE, VDE
Model:	C
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina
	EN 1561 EN-GJL-150
	ASTM A48-150B
Oběžné kolo:	Composite/PES 30 % GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 55 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Potrubií přípojka:	G 1 1/2
PN pro potrubií přípojku:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	2 .. 95 °C
Liquid temperature during operation:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m³
Kinematická viskozita:	1 mm²/s
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	4 .. 25 W
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.05 .. 0.26 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Motorová ochrana:	Žádný
Teplotní ochrana:	ELEC
Řídící jednotky:	
Poloha svorkovnice:	6H
Jiné:	
Energet. účinnost (EEI):	0.20
Čistá hmotnost:	2.23 kg
Hrubá hmotnost:	2.52 kg
Přepravní objem:	0.004 m³
Country of origin:	DK
Custom tariff no.:	84137030



Obr.20 Technické listy čerpadla Grundfos[21]

B.6.3. Čerpadlo úseku mezi akumulčním zásobníkem a ohřivačem teplé vody

Celková tlaková ztráta okruhu:

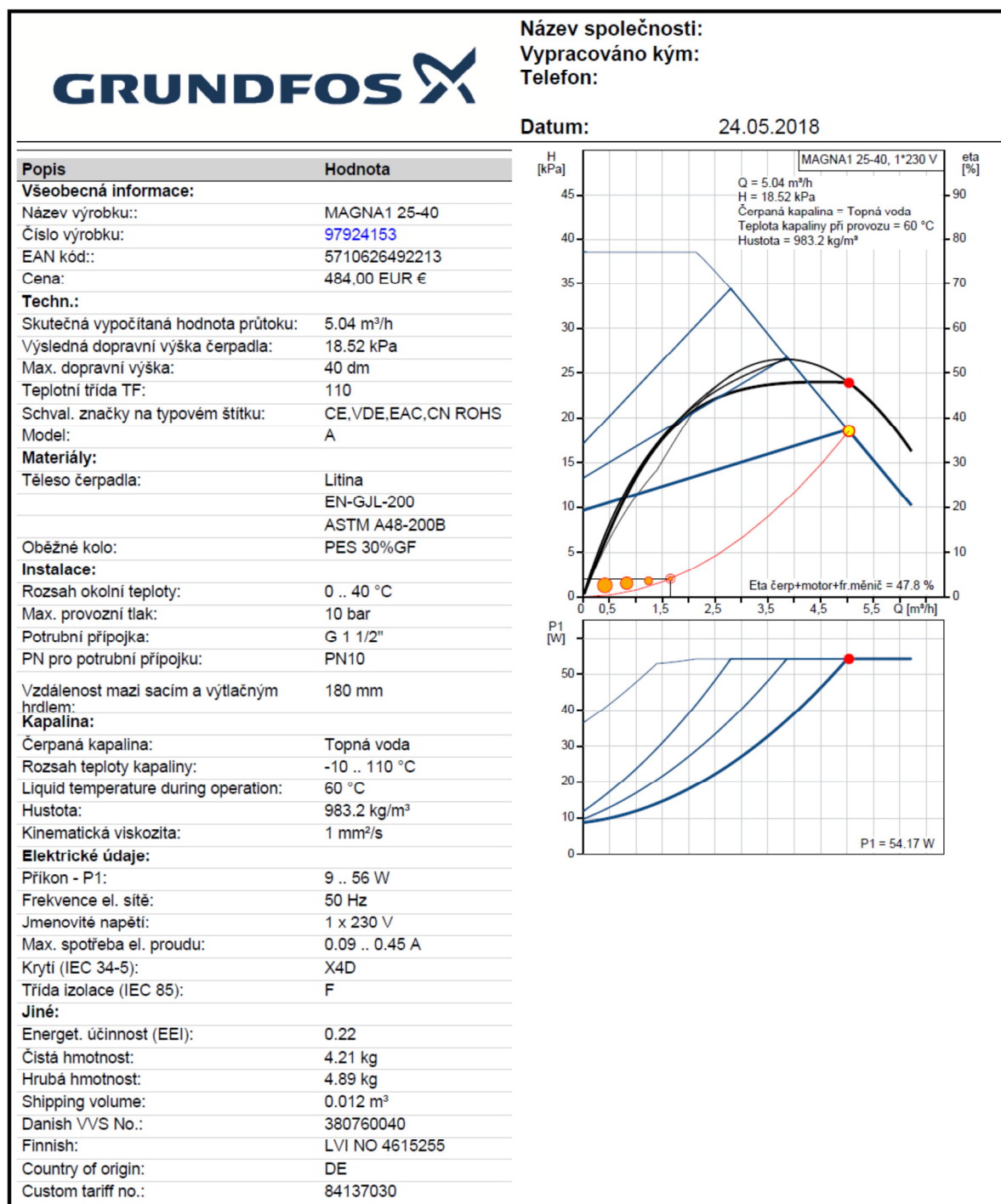
$$\Delta p = 2 \text{ kPa}$$

Objemový průtok:

$$\text{Maximální hodnota} \quad 1634 \text{ kg/h} \Rightarrow 1634 / 986 = 1,66 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Běžná provozní hodnota} \quad 667 \text{ kg/h} \Rightarrow 667 / 986 = 0,68 \text{ m}^3/\text{h}$$

Čerpadlo bylo navrženo pomocí návrhového programu na stránkách výrobce GRUNDFOS



Obr.21 Technické listy čerpadla Grundfos[21]

B.6.4. Čerpadlo pro solární okruh

Tlaková ztráta okruhu:

$$\Delta p = 8,866 \text{ kPa}$$

Tato tlaková ztráta je příliš nízká pro návrh čerpadla pro solární systém, proto navrhuji zařízení TACONOVA TACOSSETTER INLINE 130 s připojovací dimenzí DN 20.

Hodnota Kvs zařízení : 4,76

$$\Rightarrow \text{tlaková ztráta přidaná tímto zařízením: } \Delta p = (0,01 * 720 / 4,76)^2 = 2,3 \text{ kPa}$$

Celková tlaková ztráta pro návrh čerpadla:

$$\Delta p = 8,866 + 2,3 = 11,166 \text{ kPa}$$

Objemový průtok:

$$720 \text{ l/h} = 0,72 \text{ m}^3/\text{h}$$

Čerpadlo bylo navrženo pomocí návrhového programu na stránkách výrobce DAB EVOTRON 40/130



TECHNICAL DATA

Operating range: from 0,4 - 4,2 m³/h with head of up to 8 metres.

Pumped liquid temperature range: from -10°C to +110°C.

Working pressure: 10 bar (1000 kPa).

Protection class: IP X4.

Insulation class: F.

Installation: with horizontal motor axis.

Standard power input: single-phase 1 x 230 V / 50/60 Hz.

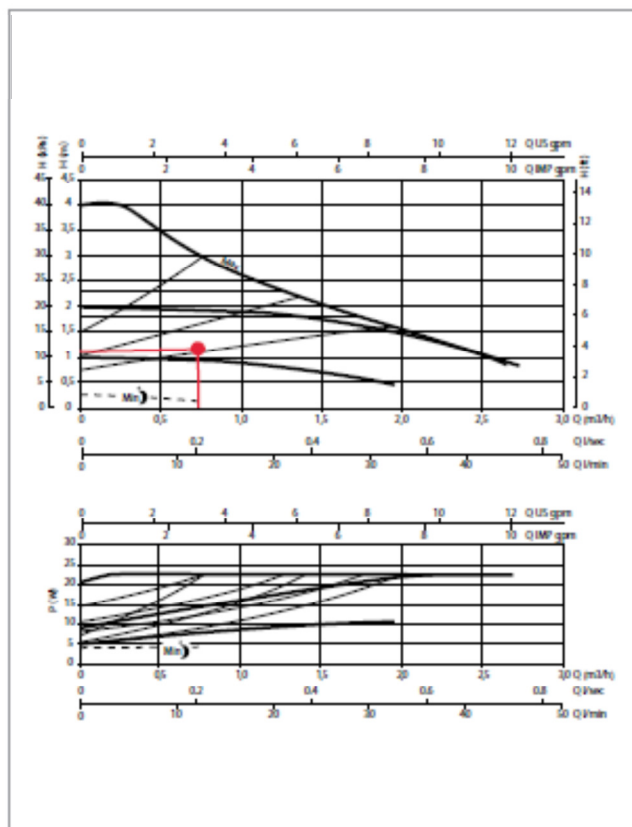
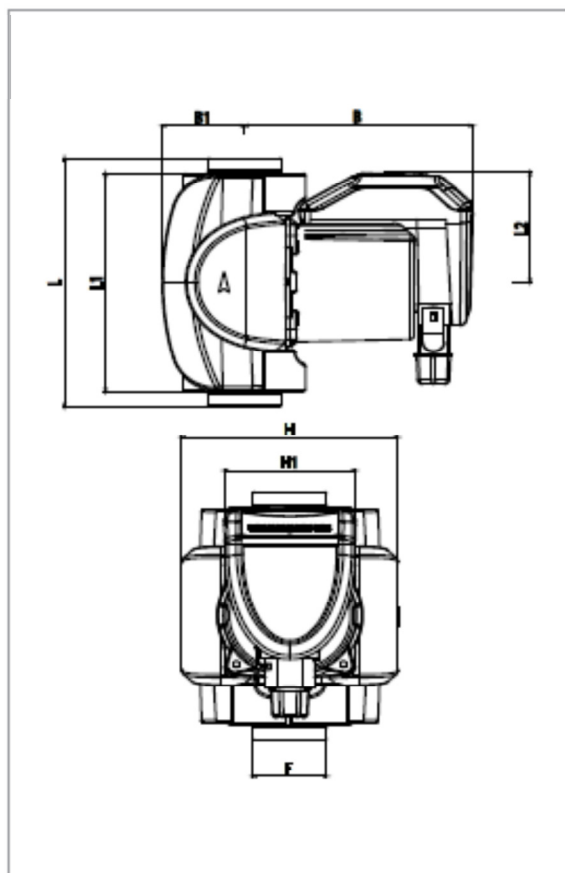
Pumped liquid: Clean, free of solids and mineral oils, non-viscous, chemically neutral, with properties similar to water (glycol max 30%).

Special versions on requests: alternative voltages and/or frequencies.

Obr.22 Technické listy čerpadla DAB EVOTRON [22]

EVOTRON - ELECTRONIC CIRCULATORS FOR HEATING AND AIR CONDITIONING SYSTEMS - SINGLE, WITH UNIONS

Pumped liquid temperature range: from -10 °C to +110 °C - Maximum operating pressure: 10 bar (1000 kPa)



The performance curves are based on kinematic viscosity values – 1 mm²/s and density equal to 1000 kg/m³. Curve tolerance according to ISO 9906.

MODEL	CENTRE DISTANCE (mm)	PUMP CONNECTIONS	UNIONS ON REQUEST		POWER INPUT 50 Hz	P1 MAX W	In A	EEI* PART 2	MINIMUM SUCTION PRESSURE	
			STANDARDISED	SPECIAL					t°	90 °
EVOTRON 40/130 1/2"	130	1"	W*F	-	1 x 230 V -	4 - 23	0,05 - 0,19	EEI ≤ 0,20	m.c.w.	10
EVOTRON 40/130	130	1" W	1" F	W*F - 1W* M	1 x 230 V -	4 - 23	0,05 - 0,19	EEI ≤ 0,19	m.c.w.	10
EVOTRON 40/180	180	1" W	1" F	W*F - 1W* M	1 x 230 V -	4 - 23	0,05 - 0,19	EEI ≤ 0,19	m.c.w.	10
EVOTRON 40/180 X	180	2"	1W* F	-	1 x 230 V -	4 - 23	0,05 - 0,19	EEI ≤ 0,19	m.c.w.	10

* The parameter of reference for the more efficient circulators is EEI ≤ 0,20.

MODEL	L	L1	L2	B	B1	H	H1	F	PACKING DIMENSIONS			WEIGHT kg
									L	B	H	
EVOTRON 40/130 1/2"	130	158	79,5	147,5	53	140	85	1/2"	148	193	217	3,0
EVOTRON 40/130	130	158	79,5	147,5	53	140	85	1" 1/2	148	193	217	3,2
EVOTRON 40/180	180	158	79,5	147,5	53	140	85	1" 1/2	148	193	217	3,3
EVOTRON 40/180 X	180	158	79,5	147,5	53	140	85	2"	148	193	217	3,4

Obr.23 Technické listy čerpadla DAB EVOTRON [22]

B.7. Návrh zabezpečovacích zařízení

B.7.1. Návrh expanzní nádoby otopné soustavy

Výška otopné soustavy je 5 metrů, objem vody v otopné soustavě je 1212 litrů (kotel 73, akumulční zásobník 999, otopná tělesa 110, rozvody 30), výkon kotle 19 kW.

Dolní provozní přetlak

$$p_{ddov} \geq 1,1 * h * \rho * g * 10^{-3} = 1,1 * 5 * 1000 * 9,81 * 10^{-3} = 74 \text{ kPa} \quad \text{volím } 80 \text{ kPa}$$

Horní provozní přetlak

$$p_{hdov} \leq p_k - (h_{MR} * \rho * g * 10^{-3}) = 250 - (1 * 1000 * 9,81 * 10^{-3}) = 240 \text{ kPa} \quad \text{volím } 200 \text{ kPa}$$

Expanzní objem

$$V_e = 1,3 * V_o * n = 1,3 * 1,212 * 0,02625 = 0,041 \text{ m}^3$$

$$V_{EP} = V_e * (p_{hp} + 100) / (p_{hp} - p_{dp}) = 0,041 * (200 + 100) / (200 - 80) = 0,103 \text{ m}^3$$

Návrh expanzní nádoba Reflex NG 140/6

Expanzní potrubí

$$D_p = 10 + 0,6 * Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 * 19^{0,5} = 12,6 \Rightarrow \text{DN } 15$$

tlakové expanzní nádoby pro topné a chladicí soustavy, zalisovaná, nevyměnitelná membrána

Reflex N/NG

Provedení:

Max. provozní tlak: 6 barů

Objem: 8-1000 litrů

Teplota na membránu: do 70 °C



Označení	Objednací číslo		Průměr	Výška	Připojení	Výkres
	šedá	bílá				
NG 8/6	8230100	7230107	206	305	R 3/4	knihovna
NG 12/6	8240100	7240107	280	275	R 3/4	knihovna
NG 18/6	8250100	7250107	280	380	R 3/4	knihovna
NG 25/6	8260100	7260107	280	490	R 3/4	knihovna
NG 35/6	8270100	7270107	354	460	R 3/4	knihovna
NG 50/6	8001011	7001100	409	493	R 3/4	knihovna
NG 80/6	8001211	7001300	480	565	R 1	knihovna
NG 100/6	8001411	7001500	480	670	R 1	knihovna
NG 140/6	8001611	7001700	480	912	R 1	knihovna
N 200/6	8213300		634	758	R 1	knihovna
N 250/6	8214300		634	888	R 1	knihovna
N 300/6	8215300		634	1092	R 1	knihovna
N 400/6	8218000		740	1102	R 1	knihovna
N 500/6	8218300		740	1321	R 1	knihovna
N 600/6	8218400		740	1531	R 1	knihovna
N 800/6	8218500		740	1996	R 1	knihovna
N 1000/6	8218600		740	2406	R 1	knihovna

Obr.24 Technické listy expanzní nádoby Reflex [23]

B.7.2. Návrh pojišťovacího ventilu otopné soustavy

Výkon kotle 19 kW, přetlak 200 kPa, $a_v = 0,565$, $K = 0,97 \text{ kW/mm}^2$

Průřez sedla pojistného ventilu:

$$A_o = Q_p / (a_v * K) = 19 / (0,565 * 0,97) = 34,7 \text{ mm}^2$$

Ideální průřez sedla $d_i = 6,6 \text{ mm}$

Skutečný průřez sedla $d_o = 6,6 * 1,34 = 9,3 \text{ mm}$

Pojištné potrubí: $d_p = 15 + 1,34 * 19^{0,5} = 20,8 \text{ mm} \Rightarrow \text{DN } 20$

Navržen PV DN 20, 3/4" x 1", otevírací přetlak 200 kPa

B.7.3. Návrh expanzní nádoby solárního systému

Výška solárního systému je 6 metrů, objem vody v solárním systému je 80 litrů (solár 20, odpaření kapaliny 20, potrubí 30, expanzní nádoba 10), výkon kotle 19 kW.

Dolní provozní přetlak

$$p_{ddov} \geq 1,1 * h * \rho * g * 10^{-3} = 1,1 * 5 * 1010 * 9,81 * 10^{-3} + 100 = 154,5 \text{ kPa}$$

volím 180 kPa

Horní provozní přetlak

$$p_{hdov} \leq p_k - (h_{MR} * \rho * g * 10^{-3}) = 600 - (1 * 1010 * 9,81 * 10^{-3}) = 590 \text{ kPa}$$

volím 550 kPa


Expanzní objem

$$V_e = 1,3 * V_o * n = 1,3 * 0,08 * 0,04181 = 0,005 \text{ m}^3$$

$$V_{EP} = V_e * (p_{hp} + 100) / (p_{hp} - p_{dp}) = 0,005 * (550 + 100) / (550 - 180) = 0,009 \text{ m}^3$$

Návrh expanzní nádoba Regulus SL012

Rozměry a typy



ZÁVĚSNÉ PROVEDENÍ		SL012	SL018	SL025	SL040
OBJEM	l	12	18	25	40
PRŮMĚR	mm	270	270	290	320
VÝŠKA	mm	310	425	468	570
PŘIPOJENÍ	--	3/4" M	3/4" M	3/4" M	3/4" M
MAX.PRACOVNÍ TLAK	bar	8	8	8	8
OBJEDNACÍ KÓD	--	13720	13721	13722	13723

Obr.25 Technické listy expanzní nádoby Regulus [24]

B.7.4. Návrh pojišťovacího ventilu solárního systému

Výkon solárního systému 12 kW, přetlak 550 kPa, $a_v = 0,444$, $K = 1,9 \text{ kW/mm}^2$

Průřez sedla pojistného ventilu:

$$A_o = Q_p / (a_v * K) = 12 / (0,444 * 1,9) = 14,2 \text{ mm}^2$$

Ideální průřez sedla $d_i = 4,3 \text{ mm}$

Skutečný průřez sedla $d_o = 4,3 * 1,514 = 6,5 \text{ mm}$

Pojištné potrubí: $d_p = 15 + 1,514 * 12^{0,5} = 20,2 \text{ mm} \Rightarrow \text{DN } 20$

Navržen PV DN 20, 3/4" x 1", otevírací přetlak 550 kPa

B.8. Návrh směšovacích zařízení

Směšovací ventil pro okruh otopných těles

Tlaková ztráta okruhu

$$\Delta p = 8,2 \text{ kPa}$$

Návrh na rozmezí 30-100% ztrát

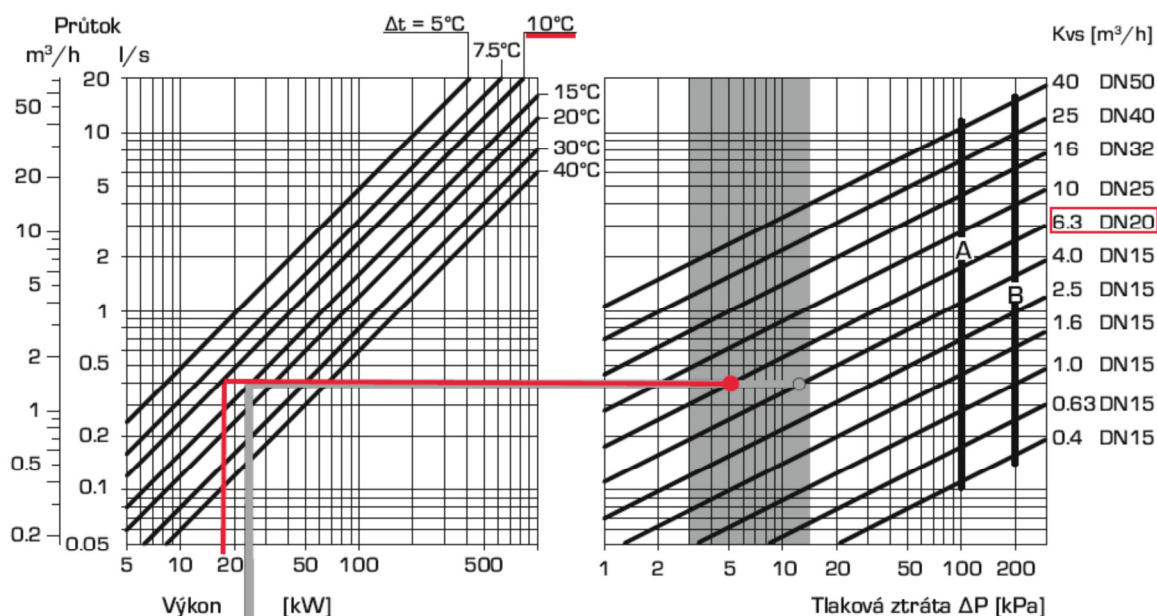
$$\Delta p_{30\%} = 8,2 * 0,3 = 2,5 \text{ kPa}$$

Maximální výkon soustavy

$$Q = 17 \text{ kW}$$

Teplotní rozdíl na přívodu a vratu

$$\Delta t = 10^\circ\text{C}$$



Obr.26 Graf návrhu směšovacího ventilu ESBE [25]

Hodnoty z grafu:

$$K_{vs} = 6,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

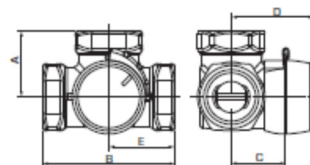
$$\Delta p = 5 \text{ kPa}$$

DN 20

Navržen mix ESBE VRG 131 DN 20



VRG131, vnitřní závit



Č. výr.	Označení	DN	Kvs	Připojení	A	B	C	D	E	Hmotnost [kg]	Poznámka
11600100	VRG131	15	0,4	Rp ½"	36	72	32	50	36	0,40	-
11600200			0,63								
11600300			1								
11600400			1,6								
11600500			2,5								
11600600			4								
11600700		20	2,5	Rp ¾"	36	72	32	50	36	0,43	
11600800			4								
11600900			6,3								
11601000		25	6,3	Rp 1"	41	82	34	52	41	0,70	
11601100			10								
11601200		32	16	Rp 1¼"	47	94	37	55	47	0,95	
11603400		40	25	Rp 1½"	53	106	44	60	53	1,68	
11603600		50	40	Rp 2"	60	120	46	64	60	2,30	

Obr.27 Technické listy směšovacího ventilu ESBE [26]

B.9. Návrh kotelny

Zakreslení všech instalovaných zařízení v kotelně se nachází jako příloha č. 6 schéma kotelny.

B.9.1. Návrh větrání kotelny

Minimální objem místnosti

$$V = Q * 1 \text{ m}^3/\text{kW} = 19 \text{ m}^3$$

Objem místnosti skutečný

$$V = 4 * 2,5 * 2,6 = 26 \text{ m}^3 > 19 \text{ m}^3$$

Potřeba vzduchu pro vytápění

$$V = 1,016 * 3,672 = 3,731 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Potřeba vzduchu pro 1 kW

$$\text{Výhřevnost } 4,4 \text{ kW/kg}$$

$$V = 3,731 / 4,4 = 0,85 \text{ m}^3$$

Potřeba vzduchu pro výkon kotle

$$V = 0,85 * 19 * 2 = 32,3 \text{ m}^3$$

Výměna vzduchu kotelny infiltrací

$$V_{LV} = 0,1 * 10^{-4} * 5 * 4 * 3600 = 0,72 \text{ m}^3/\text{hod} \Rightarrow \text{nevyhovuje}$$

Návrh otvoru pro větrání

Požadovaná rychlost proudění

$$v = 1,3 \text{ m/s}$$

Minimální plocha otvoru:

$$A = 32,3 / (1,3 * 3600) = 0,0069 \text{ m}^2$$

Protidešťová žaluzie 40% zakrytí plochy

$$A = 0,0069 * 1,4 = 0,01 \text{ m}^2$$

Navržena mřížka o rozměrech 100x100 mm

B.9.2 Návrh komínového tělesa

Průměr komínového průduchu byl navržen pomocí výpočetního programu na stránkách www.tzb-info.cz

Účinná výška komínu je 5 metrů, výkon zplyňovacího kotle na dřevo je 19 kW.

Stanovení přibližného průměru komínu

Výpočet určuje přibližný průměr komínu dle zadaného výrobce, typu komínu, resp. Druhu paliva, účinné výšky komínu a výkonu spotřebiče. Výpočtová pomůcka slouží pouze k informativnímu určení rozměrů komínů. Každou realizaci je nutno ověřit přesným výpočtem zohledňujícím konkrétní technické podmínky.

Výrobce:

Typ komínu:

Účinná výška komínu: m

Výkon spotřebiče: kW

Přibližný průměr komínu: 180 mm

Podmínky stanovení přibližného průměru komína:

Palivo: dřeva


Spotřebič: kotel s potřebou tahu

Teplota spalin: 240 °C

Délka kouřovodu do 2,5 m

Součet součinitelů místních ztrát: 2,0

Navržen komínového tělesa SCHIEDEL ABSOLUT 12



SCHIEDEL
Heating. Venting. Living.

Komínový systém

Světlý průřez vložky (cm)	Vnější rozměry (cm)	Hmotnost (kg/bm)	Světlý průřez vložky (cm)	Šachta	Vnější rozměry (cm)	Hmotnost (kg/bm)
------------------------------	------------------------	---------------------	------------------------------	--------	------------------------	---------------------

Jednoprůduchový

- bez větrací šachty

12	36/36	86,9	12	10/23	36/50	124,4
14	36/36	87,1	14	10/23	36/50	124,6

- s větrací šachtou

16	36/36	89,3	16	10/23	36/50	126,8
18	36/36	90,0	18	10/23	36/50	127,5
20	38/38	87,1	20	12/25	38/54	124,6

Dvoupřůduchový

- bez větrací šachty

12 12	36/65	152,8	12 12	13/20	36/83	196,0
12 16	36/65	155,2	12 16	13/20	36/83	198,4
12 18	36/65	155,9	12 18	13/20	36/83	199,1
12 20	38/71	157,5	12 20	14/22	38/88	193,5

- s větrací šachtou

14 14	36/65	153,2	14 14	13/20	36/83	196,4
14 16	36/65	155,4	14 16	13/20	36/83	198,6
14 18	36/65	155,9	14 18	13/20	36/83	199,1
14 20	38/71	157,7	14 20	14/22	38/88	193,7
16 16	36/65	157,6	16 16	13/20	36/83	200,8
16 20	38/71	159,9	16 20	14/22	38/88	201,3
18 18	36/65	159,0	18 18	13/20	36/83	202,2
18 20	38/71	160,6	18 20	14/22	38/88	202,0

Isostatická vložka 133 cm

ABSOLUT

Zatřídění komínových vložek

EN 1457-1 A1N1 D1P1

EN 1457-2 A3N1 D4P1 WA

Obr.28 Technické listy komínu SCHIEDEL [27]

B.10. Návrh skladu paliva

Pro stanovení potřeby tepla pro vytápění a ohřev vody byl použit výpočetní program denostupňové metody na stránkách www.tzb-info.cz

Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Výpočet potřeby tepla na vytápění a ohřev teplé vody počítá celkovou roční potřebu energie na vytápění a ohřev vody GJ/rok i MWh/rok dle lokality, venkovní výpočtové teploty, délky otopného období a dalších climatologických podmínek.

Lokalita (Tabulka) Město: Šumperk Venkovní výpočtová teplota $t_{es} = -15$ °C		<input type="radio"/> $t_{em} = 12$ °C <input checked="" type="radio"/> $t_{em} = 13$ °C <input type="radio"/> $t_{em} = 15$ °C ??? Délka topného období $d = 242$ [dny] Prům. teplota během otopného období $t_{es} = 3,5$ °C	
Vytápění Tepelná ztráta objektu $Q_c = 13,813$ kW Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 20$ °C ??? Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3993$ K.dny Opravné součinitele a účinnosti systému $e_i = 0,85$??? $\eta_o = 0,95$??? $e_t = 0,90$??? $\eta_r = 0,95$??? $e_d = 1,00$??? Opravný součinitel ε ??? <input checked="" type="radio"/> $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0,765$ <input type="radio"/> $\varepsilon = 0,765$ $Q_{WT,r} = \frac{\varepsilon \cdot Q_c \cdot D}{\eta_o \cdot \eta_r \cdot (t_{is} - t_{es})} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$ $Q_{WT,r} = (115,4 \text{ GJ/rok} \quad 32,1 \text{ MWh/rok})$		Ohřev teplé vody $t_1 = 10$ °C ??? $\rho = 1000$ kg/m³ ??? $t_2 = 55$ °C ??? $c = 4186$ J/kgK ??? $V_{2p} = 0,79$ m³/den ??? Koeficient energetických ztrát systému $z = 0,5$??? Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 62$ kWh Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15$ °C Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5$ °C Počet pracovních dní soustavy v roce $N = 365$ [dny] $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$ $Q_{TUV,r} = (71,6 \text{ GJ/rok} \quad 19,9 \text{ MWh/rok})$	
Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody $Q_r = Q_{WT,r} + Q_{TUV,r} = (187 \text{ GJ/rok} \quad 51,9 \text{ MWh/rok})$			

Na vypočtenou potřebu tepla bylo spočteno množství požadovaného paliva a velikost skladovacích prostor.

Potřeba dřeva na kWh:

$$3,639 \text{ kWh/kg} \Rightarrow 0,275 \text{ kg/kWh}$$

Potřeba dřeva pro pokrytí celé potřeby tepla:

$$P = 51\,900 \cdot 0,275 = 14\,273 \text{ kg}$$

Objem tohoto dřeva:

$$V = 14\,273 / 470 = 30,4 \text{ m}^3$$

Potřebná podlahová plocha:

$$S = 30,4 / 1,5 = 20,3 \text{ m}^2$$

Podlahová plocha skladu paliva v objektu je pouze 14 m². Jelikož se na pozemku nachází sklad na sušení dřeva pro zplyňovací kotel, bude ve skladu vedle kotelny uložena pouze jedna polovina paliva. Druhou polovinu bude nutné nosit do skladu paliva, zhruba uprostřed otopné sezóny, kdy bude palivo ve skladu docházet.

C. PROJEKT

C.1. Technická zpráva

Projekt řeší ústřední vytápění rekreačního střediska dle stavebního projektu. Podkladem pro zpracování projektu byly stavební výkresy jednotlivých podlaží a řez objektem.

Pro objekt jsou navrženy tyto konstrukce: obvodová stěna o tloušťce 450mm je z cihel Porotherm 44 T Profi Dryfix, obvodová stěna o tloušťce 500mm z cihel Porotherm 50 T Profi Dryfix. Vnitřní nosná stěna je z cihel Porotherm 25 AKU Z Profi Dryfix, vnitřní nenosné stěny z cihel Porotherm 11,5 Profi Dryfix. Stropní konstrukce jsou provedeny jako keramické skládané značky Miako tloušťky 20cm, nášlapné vrstvy podlah jsou řešeny keramickou dlažbou nebo plastovými vlasy.

Tepelné ztráty objektu jsou větráním 9 705 W a prostupem 6 198 W. Celková tepelná ztráta objektu je tedy 15 903 W.

Pro objekt je navrženo ústřední vytápění teplovodní dvoutrubkové s horizontálním vedením k otopným tělesům a s nuceným oběhem vody s teplotním rozdílem 75/65 °C.

Tepelné ztráty byly vypočteny dle ČSN EN 12831 pro oblast s nejnižší venkovní teplotou -15°C.

Popis jednotlivých zařízení

1. Kotelna

Pro vytápění je navržen zplyňovací kotel na dřevo ATMOS DC18GD, výkon kotle 19 kW. Na kotel bude napojen akumulární zásobník DRAŽICE NAD V3 1000 o objemu 999 litrů. K ohřevu teplé vody je vybrán ohřívač DRAŽICE OKC 750 NTRR/BP o objemu 710 litrů, který je napojen na akumulární zásobník, solární systém a v případech, kdy by nedostačoval výkon použitých zdrojů je vybaven ještě elektrickou topnou vložkou o výkonu 6kW.

Odvod spalin od zplyňovacího kotle bude proveden do třívrstvého izolovaného komína z tvarovek SCHIEDEL ABS 18 o průměru průduchu 180 mm. Spaliny od kotle budou odváděny kouřovodem o průměru 150 mm (dle technických podkladů výrobce).

Přívod vzduchu pro spalování bude proveden neuzavíratelným otvorem u podlahy kotelny z venkovního prostoru. Otvor bude osazen protidešťovou žaluzií velikosti 100x100mm.

2. Solární systém

Solární systém je navržen jako jeden ze zdrojů pro ohřev teplé vody. Navrženo je 12 solárních kolektorů TopSon F3-1 s navrženým výkonem solárního systému 12 kW. Solární kolektory jsou umístěny na jižní straně střechy pod úhlem 30°. Kolektory jsou spojeny do 4 bloků po 3 kusech. Celková aperturní plocha solárního systému je 24 m².

3. Trubní rozvody

Rozvody teplé vody jsou provedeny z měděných trubek. Od kotle jsou rozvody vedeny k akumulárnímu zásobníku pod stropem, mezi akumulární nádrží a ohřívačem teplé vody budou vedeny po stěně a rozvody z akumulárního zásobníku ke stoupačce pod stropem. Stoupačky budou zasekány ve zdivu. Potrubí v nevytápěných prostorách a potrubí vedené ve zdi nebo v podlaze bude opatřeno náplekovou tepelnou izolací MIRELON o tloušťce 20mm. V každém podlaží bude v uzavíratelné skříni umístěn rozdělovač a sběrač IVAR CS DN40. Na rozdělovač a sběrač budou napojeny rozvody k otopným tělesům. Tyto rozvody budou umístěny v podlaze dle výkresové dokumentace a budou provedeny z měděných trubek spojovaných měkkým pájením.

4. Otopná tělesa

V objektu jsou osazena desková ocelová otopná tělesa typ RADIK VK se spodním pravým připojením. Jednotlivé typy jsou popsány ve výkresech a v tabulce návrhu OT. Budou vybaveny termostatickým ventilem a horizontálním šroubením přednastaveným na vypsané hodnoty v tabulce dimenzování potrubí.

Otopná tělesa jsou umístěna pod okny jednotlivých místností a dle situačních možností. Jsou dodávána v kompletním provedení.

5. Oběhová čerpadla

Oběh otopného média mezi kotlem a akumulacním zásobníkem bude zajišťovat teplovodní oběhové čerpadlo, které je součástí zařízení Laddomat 22. Oběh otopného média mezi akumulacním zásobníkem a otopnými tělesy bude zajišťovat teplovodní oběhové čerpadlo GRUNDFOS typ ALPHA1 L 25-40 180, parametry čerpadla: $Q=2,05\text{m}^3/\text{h}$, $H=15,67\text{kPa}$, $I=0,26\text{ A}$, $P=25\text{ W}$. Oběh otopného média mezi akumulacním zásobníkem a ohřívacem teplé vody bude zajišťovat teplovodní oběhové čerpadlo GRUNDFOS typ UP 20-15 N 150, parametry čerpadla: $Q=1,99\text{m}^3/\text{h}$, $H=1,213\text{kPa}$, $I=0,28\text{ A}$, $P=65\text{ W}$. Oběh otopného média v solárním okruhu bude zajišťovat oběhové čerpadlo DAB EVOTRON 40/130, parametry čerpadla: $Q=0,72\text{m}^3/\text{h}$, $H=11,166\text{ kPa}$, $I=0,19\text{ A}$, $P=23\text{ W}$.

6. Regulace

V každé bytové jednotce bude osazen termostat. Všechny termostaty budou napojeny na řídicí jednotku, kterou je možné ovládat přes PC příslušnými přístupovými pravomocemi. Na řídicí jednotku jsou napojeny také automatické uzavírací ventily na rozdělovači a sběrači u hvězdicového systému pro regulaci teploty v místnostech neobsazených.

7. Zabezpečovací zařízení

Zabezpečovací zařízení je navrženo dle ČSN 06 0830. Pro otopnou soustavu je navržena tlaková expanzní nádoba s membránou typ REFLEX NG 80/6 o objemu 80 litrů. Na výstupním potrubí z kotle bude umístěn pojišťovací ventil DN20 s otvíracím přetlakem 200 kPa. Pro okruh soláru je navržena tlaková expanzní nádoba s membránou typ Regulus SL012 o objemu 12 litrů. Na potrubí k expanzní nádobě bude umístěn pojišťovací ventil DN 20 s otvíracím přetlakem 550 kPa.

8. Tlaková a topná zkouška

Po ukončení montáže bude provedena tlaková zkouška tlakem 1,5 násobku provozního tlaku. Po napuštění soustavy a dosažení přetlaku se prohlédne zařízení (přesnost spojů, těles, armatur). Požadovaný přetlak se udržuje po dobu 6 hodin. Poté se provede nová prohlídka. Výsledek zkoušky je úspěšný, pokud se neobjeví netěsnosti.

Topná zkouška se provede v rozsahu dle ČSN 06 0310 dle dohody s investorem po dobu 48 hodin. Při jejím provádění se dodržují provozní podmínky zkoušené otopné soustavy. Účelem zkoušky je zjištění správné funkce celého zařízení. Při topné zkoušce se provede doregulování otopné soustavy a zaškolení obsluhy.

O tlakové a topné zkoušce budou vytvořeny zápisy o konání a výsledcích zkoušek.

9. Požadavky na ostatní profese

Stavební práce:

Pro instalaci zařízení je nutné zajistit zřízení prostupů a drážek pro rozvody potrubí v jednotlivých podlažích. Vybudování otvoru pro přívod vzduchu do kotelny.

Vodovod:

Vývod studené vody pro napojení dopouštění vody do otopné soustavy a přívod vody do ohřívače teplé vody. Přípravení napojení chladicí smyčky pro kotle.

Kanalizace:

Podlahová vpust' velikosti 100x100mm. Připojení pro přepad chladicí smyčky kotle.

Elektroinstalace:

Pro napojení jednotlivých kotlů a regulátorů na elektrickou síť je nutno zřídit do blízkosti kotlů jištěný přívod ukončený zásuvkami. K automatickým uzavíracím armaturám pro uzavření jednotlivých větví vytápění je nutné přivést napájecí a datové kabely.

10. Ustanovení ostatní a závěrečná

Veškeré práce a návrhy s projektem spojené musí splňovat platné normy a ustanovení. Ústřední vytápění bude provedeno dle ČSN 06 0310. Veškeré montážní práce smí vykonávat pouze firma s oprávněním k této činnosti.

Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo navržení systému vytápění a ohřevu teplé vody rekreačního střediska s 6 ubytovacími jednotkami s maximálním obsazením 12 osob. Navržen byl zplyňovací kotel na dřevo sloužící pro vytápění celého objektu a dohřev vody v otopné sezóně. Solární systém slouží jako hlavní zdroj pro ohřev teplé vody. V případech menšího slunečního svitu slouží pro dohřev vody elektrická topná vložka ohříváče teplé vody. Jako podklad byly využity tepelné ztráty objektu, které byly spočteny jako součást bakalářské práce. Dále byly navrženy další komponenty, jako akumulční zásobník, ohříváč teplé vody, čerpadla, expanzní nádoby, směšovací ventil, a pojišťovací ventily vhodné pro funkčnost celého systému.

Druhou částí bakalářské práce byla teoretická část, ve které byly řešeny z kotle na dřevní biomasu. Byly představeny jejími druhy, průběh spalování, skladování, doprava a požadavky na paliva. Jako poslední věc byla zmíněna aktuální legislativní omezení a požadavky na tyto kotle.

Seznam použitých zdrojů

Knižní publikace:

Topenářská příručka 3. 1.vyd. Praha: Agentura ČSTZ, 2007, ISBN 978-80-86028-13-2

Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie. Dušan Petráš a kolektiv. 1. Vyd. Bratislava: Jaga group, s. r. o., 2008, ISBN 978-80-8076-069-4.

- [6] Ing. Marcela Počinková, Ph.D, Obnovitelné a alternativní zdroje energie, přednášky poskytnuté vyučujícím ve formátu PDF

Internetové zdroje:

- [1] <https://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9475-co-nejvice-ovlivni-tvuj-kour>
- [2] <https://oze.tzb-info.cz/biomasa/8011-co-je-drevni-biomasa>
<https://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/13158-nejlevnejsi-zpusob-vytapani-je-stepkou-a-drevnim-odpadem-v-plne-automatickem-kotli-froling-t4>
- [3] <http://www.froling.cz/products/kotel-na-stepku-pelety-piliny-t4/>
- [4] <http://www.froling.cz/products/kotel-na-stepku-pelety-tx/>
- [5] <https://www.centrumvytapani.cz/tekla-draco-duo-25-automaticky-kombinovany-kotel-na-uhli-a-pelety-darek>
- [7] <https://www.centrumvytapani.cz/atmos-d-31-p---automaticky-kotel-na-pelety---kotlikova-dotace>
- [8] <http://www.ceska-peleta.cz/nabidka/dopravni-a-ulozne-systemy-pro-pelety/pneumaticky-dopravnik-pelet-en-pd/>
- [9] <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/13729-zplynovani-principy-a-reaktory>
- [10] <https://biom.cz/cz/obrazek/zplynovaci-kotel-na-drevo-hoval-agrolyt>
- [11] <https://www.centrumvytapani.cz/atmos-dc-24-rs---zplynovaci-kotel>
- [12] <https://www.laptop.cz/topeni/kotle/atmos-dc-30rs>
<https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-201-2012-sb-o-ochrane-ovzdusi>
- [13] <https://vytapani.tzb-info.cz/kotlikove-dotace/16713-co-je-cilem-kotlikovych-dotaci>
- [14] <https://www.korado.cz/produkty/radik/radik-vk.html>

- [15] <https://www.atmos.eu/zplynovaci-kotle-na-drevo-dokogen/>
- [16] [https://czech.wolf.eu/portalprofi/katalog-vyroby/solarni-systemy/?tx_wolfproducts_products\[product\]=1178&tx_wolfproducts_products\[action\]=show&cHash=b34626117cb34f3d453d70fee1142f99](https://czech.wolf.eu/portalprofi/katalog-vyroby/solarni-systemy/?tx_wolfproducts_products[product]=1178&tx_wolfproducts_products[action]=show&cHash=b34626117cb34f3d453d70fee1142f99)
- [17] <http://www.dzd.cz/akumulacni-nadrze/s-pripravou-tuv#ke-stazeni>
- [18] <http://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/neprimotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntrr-bp#ke-stazeni>
- [19] <https://www.korado.cz/produkty/radik/vseobecne-udaje/dvoutrubkova-otopna-soustava.html>
- [20] https://www.atmos.eu/upload/laddomat_22_usporne_cerpadlo_cz_2015.pdf
- [21] <https://product-selection.grundfos.com/front-page.html?custid=GCZ&qcid=375502702>
- [22] <https://www.dabpumps.com/en/evotron>
- [23] <http://www.reflexcz.cz/cz/expanzni-nadoby-reflex-ng-a-n>
- [24] <https://www.regulus.cz/cz/expanzni-nadoba-sl012>
- [25] <http://remaxcz.com/old/katalog/ventil/voda/vsmes/kl/esbe.pdf>
- [26] <https://www.esbe.cz/assets/Uploads/Productlist-price/rotacni-ventily-katalog-2015-cz.pdf>
- [27] <https://www.schiedel.com/cz/schiedel-download/5-schiedel-vyberte-si-kvalitni-komin/?wpdmdl=7805>

Seznam použitých značek a symbolů

d	tloušťka vrstvy [mm]
λ	součinitel tepelné vodivosti [W/mK]
R	tepelný odpor vrstvy [$\text{m}^2\text{K/W}$]
R_{si}	tepelný odpor při přestupu na vnitřní straně konstrukce [$\text{m}^2\text{K/W}$]
R_{se}	tepelný odpor při přestupu na vnější straně konstrukce [$\text{m}^2\text{K/W}$]
R_T	tepelný odpor konstrukce [$\text{m}^2\text{K/W}$]
U	součinitel prostupu tepla konstrukce [$\text{W/m}^2\text{K}$]
A_k	plocha konstrukce [m^2]
e_k	korekční činitel zahrnující exponování [-]
b_u	součinitel redukce teploty nevytápěný prostor [-]
f_{ij}	součinitel redukce teploty vytápěný prostor [-]
f_{g1}	opravný součinitel [-]
f_{g2}	opravný teplotní součinitel [-]
n	násobek výměny vzduchu [-]
n_{50}	hodnota intenzity výměny vzduchu při rozdílu tlaku 50 Pa [-]
$V_{\min,i}$	nejmenší požadované množství vzduchu z hyg. důvodů [m^3/h]
$V_{\inf,i}$	množství vzduchu které projde infiltrací [m^3/h]
t_i	teplota interiéru [$^{\circ}\text{C}$]
Q	tepelný výkon [W]
V_{2p}	denní potřeba teplé vody [m^3]
Q_t	teplo odebrané [kWh]
Q_z	teplo ztracené cirkulací [kWh]
Q_p	teplo celkové [kWh]
V_z	velikost zásobníku [m^3]
Q_n	jmenovitý výkon ohřevu [kW]
A	teplosměnná plocha [m^2]
ρ	hustota směsi [kg/m^3]
c	tepelná kapacita směsi [kJ/kgK]
$q_{ss,u}$	solární zisk 1 m^2 kolektoru za rok [kWh/ m^2 /rok]
$Q_{ss,u}$	zisk solárního systému za rok [kWh/rok]
$Q_{k,u}$	vyrobené teplo za měsíc [kWh]
$Q_{p,c}$	teplo potřebné na ohřev vody [kWh]
D_{xt}	vnitřní průměr potrubí x tloušťka stěny [mm]
v	rychlost proudění v potrubí [m/s]
V	objem akumulčního zásobníku [l]
T	dobu ohřevu vody [hod]
m	hmotnostní průtok [kg/h]
Δp	tlaková ztráta [kPa]
l	délka potrubí [m]
Z	tlaková ztráta místními odpory [Pa]
K_{vs}	průtokový součinitel jmenovitého průtoku [m^3/h]
p_{ddov}	dolní provozní přetlak [kPa]
p_{hdov}	horní provozní přetlak [kPa]
V_{EP}	objem expanzní nádoby [m^3]
D_p	dimenze expanzního potrubí [mm]
A_o	průřez sedla pojistného ventilu [mm^2]
$\Delta p_{30\%}$	tlaková ztráta 30 % tlakové ztráty okruhu [kPa]
V_{LV}	výměna vzduchu infiltrací v kotelně [m^3/h]

Seznam příloh

VÝKRES Č.1	PŮDORYS 1.NP	M 1:50
VÝKRES Č.2	PŮDORYS 2.NP	M 1:50
VÝKRES Č.3	PŮDORYS STŘECHY	M 1:50
VÝKRES Č.4	ROZVINUTÝ ŘEZ OTOPNÉ SOUSTAVY	M 1:25
VÝKRES Č.5	SCHÉMA ZAPOJENÍ ZDROJŮ	M 1:25
VÝKRES Č.6	SCHÉMA KOTELNY	M 1:25